

## PCT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 15 March 2001 (15.03.01)	
<b>International application No.</b> PCT/DE00/02117	<b>Applicant's or agent's file reference</b> 1999P03439WO
<b>International filing date</b> (day/month/year) 29 June 2000 (29.06.00)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 07 July 1999 (07.07.99)
<b>Applicant</b> WELKER, Hans-Herbert et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
27 December 2000 (27.12.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b>  Maria Kirchner  Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---



Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 1999P03439WO	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/02117	International filing date (day/month/year) 29 June 2000 (29.06.00)	Priority date (day/month/year) 07 July 1999 (07.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC B22D 11/124		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.  <input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).  These annexes consist of a total of <u>2</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items:  I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 27 December 2000 (27.12.00)	Date of completion of this report 14 August 2001 (14.08.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

ational application No.

PCT/DE00/02117

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 2-10 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1, 1a \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 21 May 2001 (21.05.2001)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 1-10 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/2, 2/2 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☒ the description, pages \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_
- ☐ the claims. Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

- 1). The international search report cites a document designated as "X", which is also acknowledged in the application:

D1: HARSTE K ET AL.: 'NEUBAU EINER  
VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER  
DILLINGER HUETTENWERKE' STAHL UND EISEN, DE,  
VERLAG STAHEISEN GMBH. DÜSSELDORF, Vol. 117,  
No. 11, 10 November 1997 (1997-11-10), pages  
73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803.

- 2). Novelty:

The novelty of the subject matter of independent Claims 1 and 10 is established in each case.  
In particular, document D1, designated as "X" as per the search report, does not disclose that the cooling be adjusted using a temperature and solidification model in such a way that the solidification limit upon entering a reduction structure corresponds to a predetermined desired solidification limit.

- 3). Inventive step:

D1 relates to the problem of the location and



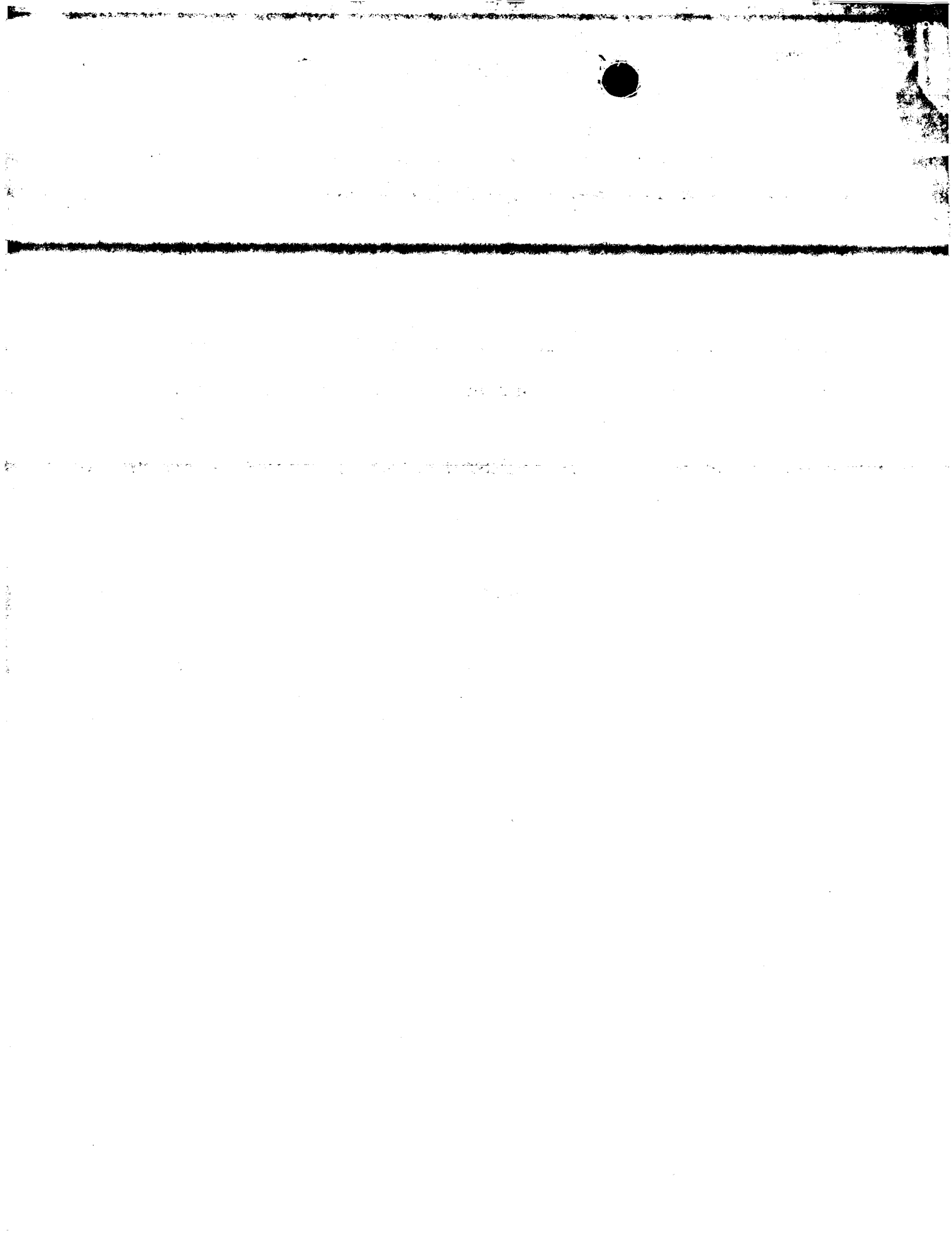


positioning of the sludge tip of a strand relative to the soft reduction zone and contains the teaching that the soft reduction zone should follow the respective position of the sludge tip during the casting process. This is enabled by the fact that the segments in the guided strand can be hydraulically positioned after the respective positions of the sludge and the SR parameter have been determined (online) using a thermal tracking model.

The openings of the segments are continuously adapted to the pertaining casting conditions using an online solidification model and are sent as desired values to the regulating system, thus enabling the optimum values for the position and rate of the soft reduction to be established with respect to the pertaining sludge profile.

Document D1 gives no suggestion as to influencing the cooling of the strand by using a temperature and solidification model in such a way that, when the strand enters the reduction structure, the solidification limit corresponds to a predetermined solidification limit.

- 4). Industrial applicability:  
Established.



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 17 AUG 2001

PCT

## INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P03439WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02117	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/06/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 07/07/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK B22D11/124		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 2 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  27/12/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  14.08.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Fiala, F  Tel. Nr. +49 89 2399 2925 



**I. Grundlag d s Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

2-10                      ursprüngliche Fassung

1,1a                      eingegangen am                      21/05/2001    mit Schreiben vom    21/05/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-10                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/2,2/2                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.



4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- |   |         |   |
|---|---------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Beschreibung, | Seiten: | 1 |
| <input type="checkbox"/> Ansprüche,               | Nr.:    |   |
| <input type="checkbox"/> Zeichnungen,             | Blatt:  |   |

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**





- 1). Der erstellte internationale Recherchenbericht nennt ein mit "X" bezeichnetes Dokument das nun in der Anmeldung gewürdigt ist:  
D1: HARSTE K ET AL: 'NEUBAU EINER VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER DILLINGER HUETTENWERKE' STAHL UND EISEN, DE, VERLAG STAHL EISEN GMBH. DUSSELDORF, vol. 117, no. 11, 10 November 1997 (1997-11-10), pages 73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803
  
- 2). Neuheit:  
Die Neuheit des Gegenstandes der unabhängigen Ansprüche 1 und 10 ist, jeweils, gegeben.  
Insbesondere offenbart das gemäß dem Recherchenbericht mit "X" bezeichnete Dokument D1 nicht eine Einstellung der Kühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells so, daß die Erstarrungsgrenze bei Einlauf in ein Reduktionsgerüst einer vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze entspricht.
  
- 3). Erfinderische Tätigkeit:  
D1 befaßt sich mit der Problematik der Lage und Positionierung der Sumpfspitze eines Stranges in Relation der Soft-Reduktion-Zone und es wird die Lehre gegeben, die Soft-Reduktion-Zone während des Gießbetriebes der jeweiligen Position der Sumpfspitze hinweg nachzuführen. Dies ist nach Ermittlung (online) der jeweiligen Lage des Sumpfes und der SR-Parameter mittels eines Thermal- Tracking-Modells durch hydraulische Positionierbarkeit der Segmente in der Strangführung möglich.  
Mittels eines Online-Erstarrungsmodells werden die Maulweiten der Segmente ständig an die aktuellen Gießbedingungen angepaßt und als Sollwerte an das Regelungssystem übergeben, wodurch die auf das aktuelle Sumpfprofil bezogenen optimalen Werte von Lage und Rate der Soft-Reduktion sichergestellt werden sollten.  
Das Dokument D1 gibt keinen Hinweis dahingehend die Beeinflussung der Strangkühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells so



vorzunehmen, daß die Erstarrungsgrenze bei Einlauf des Stranges in das Reduktionsgerüst einer vorgegebenen Erstarrungsgrenze entspricht.

- 4). Gewerbliche Anwendbarkeit:  
Ist gegeben.



## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall

5

Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall mittels einer Stranggießanlage, die zumindest eine Kühleinrichtung zur Kühlung des Stranges aufweist, wobei der Kühleinrichtung zumindest  
10 ein Reduktionsgerüst zur Dickenreduktion des Stranges zugeordnet ist, wobei der Strang bei der Dickenreduktion eine erstarrte Hülle und einen flüssigen Kern aufweist.

Zum Herstellen von Strängen ist es bekannt, einer Stranggießanlage ein Reduktionsgerüst nach- oder zuzuordnen. Dabei wird  
15 eine besonders große Dickenreduktion dann erreicht, wenn der Strang beim Einlaufen in das Reduktionsgerüst einen noch flüssigen Kern aufweist. Bei diesem Verfahren, das als sogenannte Soft-Reduction bekannt ist, ist es wichtig, daß der  
20 flüssige Kern groß genug ist, um die notwendige Dickenreduktion des Stranges zu gewährleisten, jedoch auch nicht so groß ist, daß es zu einem Strangdurchbruch und Austritt von flüssigem Metall kommt. Zum Erreichen der notwendigen Abmessung des flüssigen Kerns bei Erreichen des Reduktionsgerüsts wird  
25 der Strang mittels einer Kühleinrichtung gekühlt, wobei die notwendige Kühlung von einem Bediener nach dessen Abschätzung der Abmessung des flüssigen Kerns eingestellt wird.

Das Dokument "Neubau einer Vertikalstranggießanlage bei der  
30 AG der Dillinger Hüttenwerke"; Stahl und Eisen 117, Nr. 11; 10. November 1997, zeigt die Problematik der Lage und Positionierung der Sumpfspitze eines Stranges in Relation der Soft-Reduktion-Zone und es wird die Lehre gegeben, die Soft-Reduktion-Zone während des Gießbetriebes der jeweiligen Position  
35 der Sumpfspitze hinweg nachzuführen. Dies ist durch hydraulische Positionierbarkeit der Segmente in der Strangführung möglich.



1a

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, das eine  
5 gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Soft-Reduction, insbesondere auch bei variierender Stranggeschwindigkeit, erlaubt.





# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE



PCT

An:

SIEMENS AG  
Postfach 22 16 34  
D-80506 München  
ALLEMAGNE

CT IPS AM Mch P/Ri

Eing. 03. Sep. 2001

GR  
Frist

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS

(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

14.08.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
1999P03439WO

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE00/02117

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
29/06/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
07/07/1999

Anmelder

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

#### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

SCHMIDBAUER, A

Tel. +49 89 2399-8222







# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>1999P03439WO</b>		<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE00/02117</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>29/06/2000</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) <b>07/07/1999</b>	
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>B22D11/124</b>			
Anmelder <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b>			
<p>1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).</p> <p>Diese Anlagen umfassen insgesamt 2 Blätter.</p>			
<p>3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts</li> <li>II <input type="checkbox"/> Priorität</li> <li>III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</li> <li>IV <input type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</li> <li>V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</li> <li>VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen</li> <li>VII <input type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</li> <li>VIII <input type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</li> </ul>			
Datum der Einreichung des Antrags <b>27/12/2000</b>		Datum der Fertigstellung dieses Berichts <b>14.08.2001</b>	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465		Bevollmächtigter Bediensteter  Fiala, F  Tel. Nr. +49 89 2399 2925 	



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

2-10                      ursprüngliche Fassung

1,1a                      eingegangen am                      21/05/2001    mit Schreiben vom    21/05/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-10                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/2,2/2                      |                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.



4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☒ Beschreibung,      Seiten:      1  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**1. Feststellung**

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt**





- 1). Der erstellte internationale Recherchenbericht nennt ein mit "X" bezeichnetes Dokument das nun in der Anmeldung gewürdigt ist:  
D1: HARSTE K ET AL: 'NEUBAU EINER  
*B4* VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER DILLINGER  
HUETTENWERKE' STAHL UND EISEN, DE, VERLAG STAHL EISEN  
GMBH. DUSSELDORF, vol. 117, no. 11, 10 November 1997 (1997-  
11-10), pages 73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803/
- 2). Neuheit:  
Die Neuheit des Gegenstandes der unabhängigen Ansprüche 1 und 10 ist, jeweils, gegeben.  
Insbesondere offenbart das gemäß dem Recherchenbericht mit "X" bezeichnete Dokument D1 nicht eine Einstellung der Kühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells so, daß die Erstarrungsgrenze bei Einlauf in ein Reduktionsgerüst einer vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze entspricht.
- 3). Erfinderische Tätigkeit:  
D1 befaßt sich mit der Problematik der Lage und Positionierung der Sumpfspitze eines Stranges in Relation der Soft-Reduktion-Zone und es wird die Lehre gegeben, die Soft-Reduktion-Zone während des Gießbetriebes der jeweiligen Position der Sumpfspitze hinweg nachzuführen. Dies ist nach Ermittlung (online) der jeweiligen Lage des Sumpfes und der SR-Parameter mittels eines Thermal- Tracking-Modells durch hydraulische Positionierbarkeit der Segmente in der Strangführung möglich.  
Mittels eines Online-Erstarrungsmodells werden die Maulweiten der Segmente ständig an die aktuellen Gießbedingungen angepaßt und als Sollwerte an das Regelungssystem übergeben, wodurch die auf das aktuelle Sumpfprofil bezogenen optimalen Werte von Lage und Rate der Soft-Reduktion sichergestellt werden sollten.  
Das Dokument D1 gibt keinen Hinweis dahingehend die Beeinflussung der Strangkühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells so



vorzunehmen, daß die Erstarrungsgrenze bei Einlauf des Stranges in das Reduktionsgerüst einer vorgegebenen Erstarrungsgrenze entspricht.

- 4). Gewerbliche Anwendbarkeit:  
Ist gegeben.



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall

5

Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall mittels einer Stranggießanlage, die zumindest eine Kühleinrichtung zur Kühlung des Stranges aufweist, wobei der Kühleinrichtung zumindest  
10 ein Reduktionsgerüst zur Dickenreduktion des Stranges zugeordnet ist, wobei der Strang bei der Dickenreduktion eine erstarrte Hülle und einen flüssigen Kern aufweist.

Zum Herstellen von Strängen ist es bekannt, einer Stranggießanlage ein Reduktionsgerüst nach- oder zuzuordnen. Dabei wird  
15 eine besonders große Dickenreduktion dann erreicht, wenn der Strang beim Einlaufen in das Reduktionsgerüst einen noch flüssigen Kern aufweist. Bei diesem Verfahren, das als sogenannte Soft-Reduction bekannt ist, ist es wichtig, daß der  
20 flüssige Kern groß genug ist, um die notwendige Dickenreduktion des Stranges zu gewährleisten, jedoch auch nicht so groß ist, daß es zu einem Strangdurchbruch und Austritt von flüssigem Metall kommt. Zum Erreichen der notwendigen Abmessung des flüssigen Kerns bei Erreichen des Reduktionsgerüsts wird  
25 der Strang mittels einer Kühleinrichtung gekühlt, wobei die notwendige Kühlung von einem Bediener nach dessen Abschätzung der Abmessung des flüssigen Kerns eingestellt wird.

Das Dokument "Neubau einer Vertikalstranggießanlage bei der  
30 AG der Dillinger Hüttenwerke"; Stahl und Eisen 117, Nr. 11; 10. November 1997, zeigt die Problematik der Lage und Positionierung der Sumpfspitze eines Stranges in Relation der Soft-Reduktion-Zone und es wird die Lehre gegeben, die Soft-Reduktion-Zone während des Gießbetriebes der jeweiligen Position  
35 der Sumpfspitze hinweg nachzuführen. Dies ist durch hydraulische Positionierbarkeit der Segmente in der Strangführung möglich.



1a

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, das eine
- 5 gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Soft-Reduction, insbesondere auch bei variierender Stranggeschwindigkeit, erlaubt.



100



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Januar 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/03867 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B22D 11/124**,  
11/12, 11/22

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02117

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Juni 2000 (29.06.2000)

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WELKER, Hans-Herbert** [DE/DE]; Langenzenner Strasse 9, D-91074 Herzogenaurach (DE). **STÜRMER, Uwe** [DE/DE]; Ludwig-Thoma-Strasse 17, D-91083 Baiersdorf (DE). **KEMNA, Andreas** [DE/DE]; Waldstrasse 7, D-91052 Erlangen (DE). **SIEBER, Albrecht** [DE/DE]; Speckweg 14, D-91096 Möhrendorf (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

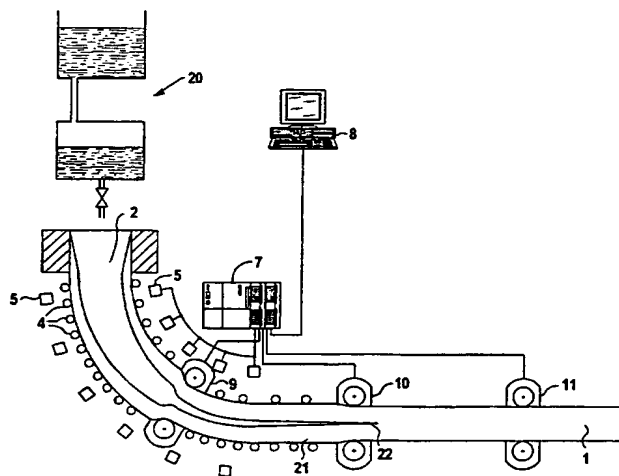
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 31 331.8 7. Juli 1999 (07.07.1999) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MAKING A METAL STRAND

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES STRANGES AUS METALL



(57) Abstract: The invention concerns a method and a device for making a metal strand using a casting installation having at least a cooling system designed to cool the strand. Said cooling system comprises at least a reducing structure designed to reduce the width of the strand, said strand having a solidified envelope and a liquid core when its width is being reduced. In order to achieve this, the cooling process is adjusted in accordance with a temperature and solidification model such that the solidifying limit between the solidified envelope and the liquid core corresponds to a set solidification limit between the solidified envelope and the liquid core, when the strand is introduced into the structure.

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall mittels einer Stranggießanlage, die zumindest eine Kühleinrichtung zur Kühlung des Stranges aufweist, wobei der Kühleinrichtung zumindest ein Reduktionsgerüst zur Dickenreduktion des Stranges zugeordnet ist, wobei der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/03867 A1



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** RU, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist: Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Strang bei der Dickenreduktion eine erstarrte Hülle und einen flüssigen Kern aufweist. Dabei wird die Kühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells derart eingestellt, daß die Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern bei Einlauf des Stranges in das Reduktionsgerüst einer vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern entspricht.

## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall

5

Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Einrichtung zum Herstellen eines Stranges aus Metall mittels einer Stranggießanlage, die zumindest eine Kühleinrichtung zur Kühlung des Stranges aufweist, wobei der Kühleinrichtung zumindest  
10 ein Reduktionsgerüst zur Dickenreduktion des Stranges zugeordnet ist, wobei der Strang bei der Dickenreduktion eine erstarrte Hülle und einen flüssigen Kern aufweist.

Zum Herstellen von Strängen ist es bekannt, einer Stranggießanlage ein Reduktionsgerüst nach- oder zuzuordnen. Dabei wird  
15 eine besonders große Dickenreduktion dann erreicht, wenn der Strang beim Einlaufen in das Reduktionsgerüst einen noch flüssigen Kern aufweist. Bei diesem Verfahren, das als sogenannte Soft-Reduction bekannt ist, ist es wichtig, daß der  
20 flüssige Kern groß genug ist, um die notwendige Dickenreduktion des Stranges zu gewährleisten, jedoch auch nicht so groß ist, daß es zu einem Strangdurchbruch und Austritt von flüssigem Metall kommt. Zum Erreichen der notwendigen Abmessung des flüssigen Kerns bei Erreichen des Reduktionsgerüsts wird  
25 der Strang mittels einer Kühleinrichtung gekühlt, wobei die notwendige Kühlung von einem Bediener nach dessen Abschätzung der Abmessung des flüssigen Kerns eingestellt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, das eine  
30 gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Soft-Reduction, insbesondere auch bei variierender Stranggeschwindigkeit, erlaubt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Einrichtung gemäß Anspruch 10 gelöst. Dabei ist zum Herstellen eines Stranges aus Metall mittels einer Stranggießanlage, die zumindest eine Kühleinrichtung zur Kühlung des Stranges aufweist, der Kühleinrichtung zumindest ein Reduktionsgerüst zur Dickenreduktion des Stranges nachgeordnet, wobei der Strang bei der Dickenreduktion eine erstarrte Hülle und einen flüssigen Kern ausweist, und wobei die Kühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells derart, insbesondere automatisch, eingestellt wird, daß die Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern bei Einlauf des Stranges in das Reduktionsgerüst einer vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern entspricht. Auf diese Weise wird eine besonders gute Soft-Reduction erreicht. Reduktionsgerüste im Sinne der Erfindung können dabei neben einfachen Walzgerüsten komplexe Walzgerüste sein, mittels denen dem Strang eine bestimmte Geometrie eingewalzt wird. Das Temperatur- und Erstarrungsmodell kann beispielsweise ein analytisches Modell, ein neuronales Netz oder eine Kombination aus analytischem Modell und neuronalem Netz sein.

Das Temperatur- und Erstarrungsmodell setzt vorteilhafterweise die Kühlung des Stranges und die Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern in Beziehung. Eine derartige Ausgestaltung der Erfindung ist von besonderem Vorteil, da das Temperatur- und Erstarrungsmodell die Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern in Abhängigkeit von der Kühlmenge die Ursache Wirkung-Beziehung zwischen Kühlung und die Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern abbildet.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird mit dem Temperatur- und Erstarrungsmodell die Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern in Abhängigkeit von der Kühlung des Stranges, insbesondere in Echt-

zeit und ständig, ermittelt und die notwendige Kühlung des Stranges auf iterative Weise in Abhängigkeit der vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern bestimmt, wobei so oft iteriert wird, bis die  
5 Abweichung der mit dem Temperatur- und Erstarrungsmodell ermittelten Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern von dem vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern kleiner ist als ein vorgegebener Toleranzwert.

10 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird zur Bestimmung der notwendigen Kühlung des Stranges in Abhängigkeit von der vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern zumindest eine  
15 weitere Größe der Größen Stranggeschwindigkeit, Stranggeometrie, Strangschalendicke, Kokillenlänge, Zeit, Strangmaterial, Kühlmitteldruck bzw. -volumen, Tröpfchengröße des Kühlmittels und Kühlmitteltemperatur verwendet.

20 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden zur Bestimmung der notwendigen Kühlung des Stranges in Abhängigkeit der Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern die Größen Stranggeometrie, Strangschalendicke, Zeit, Strangmaterial, Kühlmitteldruck bzw.  
25 -volumen und Kühlmitteltemperatur verwendet. Die Verwendung dieser Größen ist besonders geeignet, eine besonders präzise Kühlung des Stranges zu erzielen.

30 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird jeder Reduktionseinrichtung eine Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle und dem flüssigen Kern des Stranges zugeordnet.

35 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird im Temperatur- und Erstarrungsmodell die Wirkung der Dickenreduktion durch das Reduktionsgerüst, insbesondere die Lage

der Grenze zwischen erstarrter Hülle und flüssigem Kern mit modelliert.

5 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Modellierung der Dickenreduktion durch das Reduktionsgerüst durch zumindest eine der Größen Reduktionskraft und Reduktionsgrad.

10 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird zumindest eine der Größen Reduktionskraft und Reduktionsgrad im Reduktionsgerüst gemessen und zur Adaption des Temperatur- und Erstarrungsmodells verwendet.

15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Größen Reduktionskraft und Reduktionsgrad im Reduktionsgerüst gemessen und zur Adaption des Temperatur- und Erstarrungsmodells verwendet.

20 Weitere Vorteile und erfinderische Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, anhand der Zeichnungen und in Verbindung mit den Unteransprüchen. Im einzelnen zeigen:

- FIG 1 eine Stranggießanlage,  
25 FIG 2 ein Ablaufdiagramm zur iterativen Bestimmung einer Soll-Kühlung des Stranges mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells,  
FIG 3 ein Ablaufdiagramm zur iterativen Bestimmung eines Adaptionskoeffizienten.

30

FIG 1 zeigt eine Stranggießanlage. Dabei bezeichnet Bezugszeichen 1 den gegossenen Strang, der eine erstarrte Hülle 21 innerhalb einer Erstarrungsgrenze 22 und einen flüssigen Kern 2 aufweist. Der Strang wird mit Antriebs- bzw. Führungsrollen 4 bewegt und auf seinem Weg durch Kühleinrichtungen 5 gekühlt. Diese sind vorteilhafterweise als Wassersprüheinrichtungen ausgebildet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit

35

sind nicht alle Antriebs- bzw. Führungsrollen 4 und Kühleinrichtungen 5 mit Bezugszeichen versehen. Bei bekannten Verfahren sind die Kühleinrichtungen 5 in Kühlsegmente aufgeteilt. Diese Aufteilung ist beim neuen und erfinderischen Verfahren nicht notwendig, kann aber berücksichtigt werden. Sowohl die Antriebsrollen 4 als auch die Kühleinrichtungen 5 sind datentechnisch mit einer Recheneinrichtung verbunden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind beide datentechnisch mit ein und demselben Automatisierungsgerät 7 verbunden. Das Automatisierungsgerät 7 weist optional außerdem ein nicht dargestelltes Terminal und eine nicht dargestellte Tastatur auf. Außerdem ist das Automatisierungsgerät 7 mit einem übergeordneten Rechensystem 8 verbunden. Das zum Stranggießen notwendige Material, in diesem Fall flüssiger Stahl, wird über eine Zuführvorrichtung 20 zugeführt. Die Stellgrößen für die Kühleinrichtungen 5 werden mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells, d.h. eines thermischen Modells des Stranges berechnet, das in der beispielhaften Ausgestaltung auf dem übergeordneten Rechensystem 8 implementiert ist.

Bezugszeichen 9, 10 und 11 bezeichnen der Kühleinrichtung 5 zugeordnete Reduktionsgerüste. Diese sind in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung datentechnisch mit der speicherprogrammierbaren Steuerung 7 verbunden, wobei an die Automatisierungsgerät 7 die Walzkraft und der Reduktionsgrad, z.B. in Form des Walzspaltes, übertragen werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind drei Reduktionsgerüste 9, 10 und 11 vorgesehen. Im in FIG 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß nur in den Reduktionsgerüsten 9 und 10 eine sogenannte Soft-Reduction durchgeführt wird. Bei der sogenannten Soft-Reduction ist der zu reduzierende Strang nicht durcherstarrt, sondern weist einen flüssigen Kern 2 und eine erstarrte Hülle 21 auf, wenn er in ein Reduktionsgerüst einläuft. Im Ausführungsbeispiel gemäß FIG 1 ist für den Strang 1 lediglich eine Soft-Reduction in den Reduktionsgerüsten 9 und 10 vorgesehen. Die Kühlung mit den Kühleinrichtungen 5 wird mittels des Automatisierungsgeräts 7 derart eingestellt,

daß die Erstarrungsgrenze 22 zwischen der erstarrten Hülle 21 und dem flüssigen Kern 2 des Stranges 1 bei Einlauf in die Reduktionsgerüste 9 und 10 einer gewünschten Soll-Erstarrungsgrenze zwischen dem flüssigen Kern 2 und der erstarrten Hülle 21 entspricht.

Das Reduktionsgerüst 9 ist in besonders vorteilhafter Weise innerhalb der Kühlstrecke angeordnet, d.h. es sind vor und hinter dem Reduktionsgerüst 9 Kühleinrichtungen 5 vorgesehen. Es kann in weiterhin vorteilhafter Weise vorgesehen werden, auch hinter dem zweiten Reduktionsgerüst 10 Kühleinrichtungen vorzusehen. Die Kühleinrichtung 9 ist vorteilhafterweise nicht in der Biegung des Stranges 1 angeordnet, wie dies aus Gründen der Übersichtlichkeit in FIG 1 angedeutet ist, sondern vor der Biegung des Stranges oder hinter der Biegung des Stranges 1 angeordnet.

FIG 2 zeigt dabei ein Ablaufdiagramm zur iterativen Bestimmung eines Sollwertes  $k_0$  für die Kühlung des Stranges mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells 13, wobei das Temperatur- und Erstarrungsmodell 13 und die übrigen dargestellten iterativen Abläufe auf dem übergeordneten Rechensystem 8 implementiert sind. Dazu wird im Temperatur- und Erstarrungsmodell 13 aus einer gegebenen Kühlung des Stranges  $k_1$  mittels des Temperatur- und Erstarrungsmodells 13 die Erstarrungsgrenzen  $e_i$  im Strang ermittelt. Diese Erstarrungsgrenze  $e_i$  wird in einem Vergleicher 14 mit der Soll-Erstarrungsgrenze  $e_0$  im Strang verglichen. Im Vergleicher 14 erfolgt die Abfrage, ob  $|e_i - e_0| \leq \Delta e_{\max}$ , wobei  $\Delta e_{\max}$  ein vorgegebener Toleranzwert ist. Ist der Betrag der Differenz von  $e_i$  und  $e_0$  zu groß, so ermittelt der Funktionsblock 12 einen neuen Vorschlag  $k_i$  für eine verbesserte Kühlung des Stranges. Als Anfangswert für die Iteration wird ein Wert für die Kühlung verwendet, der sich im langzeitlichen Durchschnitt als bewährter Erfahrungswert erwiesen hat. Ist der Betrag der Differenz von  $e_i$  und  $e_0$  kleiner oder gleich dem Toleranzwert  $\Delta e_{\max}$ , so wird mit einer Sollkühlungsfestsetzung 15 der Sollwert  $k_0$  für die Küh-



lung des Stranges gleich dem Wert  $k_i$  gesetzt. Die Werte  $e_i$ ,  $e_0$ ,  $\Delta e_{\max}$ ,  $k_i$ ,  $k_0$  sind nicht unbedingt Skalare, sondern Spaltenmatrizen mit ein oder mehr Werten. So enthält z. B. die Spaltenmatrix  $k_0$  die verschiedenen Stell- bzw. Führungsgrößen für die Kühleinrichtungen 5 der einzelnen Kühlsegmente 6 einer Strangkühlanlage oder die Spaltenmatrix  $e_0$ , die Soll-Erstarrungsgrenzen an verschiedenen Stellen des Stranges. In vorteilhafter Ausgestaltung erfolgt der in FIG 2 dargestellte Iterationskreislauf auf der Basis genetischer Algorithmen. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn  $k_i$  bzw.  $k_0$  Spaltenmatrizen mit vielen Elementen sind.

Das Temperatur- und Erstarrungsmodell 13 kann sowohl als eindimensionales Modell als auch als zweidimensionales Modell implementiert werden. Basis des Temperatur- und Erstarrungsmodells stellt, hier für den zweidimensionalen Fall dargestellt, die Wärmeleitungs-Gleichung

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

dar, die für das Temperatur- und Erstarrungsmodell 13 in Differenzform, d.h. in der Form

$$\Delta_t T = a \Delta T \left( \frac{1}{\Delta x^2} \Delta_x^2 T + \frac{1}{\Delta y^2} \Delta_y^2 T \right) \quad (2)$$

verwendet wird. Dabei ist  $T$  die Temperatur,  $t$  die Zeit und  $a$  die Temperaturleitfähigkeit.  $x$  und  $y$  sind die zweidimensionalen Raumkoordinaten.

Der Querschnitt der Stranghaut wird in kleine Rechtecke der Größe  $\Delta x$  mal  $\Delta y$  unterteilt und die Temperatur wird in kleinen Zeitschritten  $\Delta t$  berechnet. Als Ausgangspunkt für die Temperaturverteilung wird angenommen, daß die Temperatur beim Eintritt in die Kokille (in allen Rechtecken) die Verteilertemperatur des Stahls besitzt.

8

Der an der Strangoberfläche abzuführende Wärmestrom  $Q$  berechnet sich aus der Oberflächentemperatur  $T_0$  des Strangs, der Umgebungstemperatur  $T_u$ , der Oberfläche  $A$  und dem Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  mit  $Q = \alpha (T_u - T_0) A$ .

5

Für die Kühlung in der Kokille wird  $\alpha$  als konstant angenommen und  $T_u$  der Temperatur des Kühlwassers in der Kokille gleichgesetzt. Für die Kühlung durch die Kühleinrichtungen 5 wird  $T_u$  der Temperatur des Kühlmittels gleichgesetzt und  $\alpha$  wird beispielsweise gemäß

10

$$\alpha = \left( 200 + 1.82 V \frac{\text{m}^2 \text{ min}}{1} \right) \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \quad (3)$$

berechnet, wobei  $V$  das Kühlmittelvolumen in  $\frac{1}{\text{m}^2 \text{ min}}$  ist. Da-

15 bei kann  $V$  für jeden Punkt an der Strangoberfläche unterschiedlich angegeben werden, wodurch mit dem Modell auch Düsencharakteristika beschrieben werden können.

Aus dem Verlauf der Temperaturverteilung im Strang berechnet  
20 das Modell auch den Verlauf der Erstarrungsgrenze.

Die einzelnen Modellparameter sind u.a.:

- Kokillenlänge
- 25 • Stranggeometrie (Höhe und Breite)
- Stranggeschwindigkeit
- Wärmeübergangskoeffizient  $\alpha$  in der Kokille
- Kühlmitteltemperatur in der Kokille
- Schmelztemperatur
- 30 • Erstarrungsenthalpie

9

- Wärmeleitkoeffizient  $\lambda$
- Spezifische Wärmekapazität  $c$
- Dichte  $\rho$
- Länge jeder Kühlzone
- 5 ◦ Kühlmittelvolumen  $V$  in jeder Kühlzone
- Strangmaterial

Die Temperatur- und Materialabhängigkeit von  $\lambda$ ,  $c$ , Enthalpie und  $\rho$  wird im Modell berücksichtigt.

10

FIG 3 zeigt ein Ablaufdiagramm zur iterativen Bestimmung eines Adaptionkoeffizienten  $d_0$  zur Adaption des Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  mittels eines Temperatur- und Erstarrungsmodells 13, wobei der adaptierte Wärmeübergangskoeffizient  $\alpha_a$  durch

$$\alpha_a = d_0 * \alpha$$

aus dem Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  ermittelt wird. Dazu wird im Temperatur- und Erstarrungsmodell 13 aus einer gegebenen Kühlung des Stranges mittels des Temperatur- und Erstarrungsmodells 13 die Erstarrungsgrenzen  $e_i$  im Strang ermittelt. Diese Erstarrungsgrenze  $e_i$  wird in einem Vergleich 17 mit den auftretenden Anstellungswegen  $\Delta W_{j,y,u}$  (unten) und  $\Delta W_{j,y,o}$  (oben) in den Reduktionsgerüsten sowie den Walzkräften  $F_{j,u}$  (unten) und  $F_{j,o}$  (oben) in den Reduktionsgerüsten verglichen. Falls die für eine Geometrieveränderung typischen Werte der Anstellungswege unterschritten und/oder die für eine Geometrieveränderung typischen Werte der Walzkräfte überschritten werden, ermittelt der Funktionsblock 16 einen neuen Vorschlag für einen verbesserten Adaptionfaktor  $d_i$ . Dadurch wird die Erstarrungsgrenze solange verschoben, bis die entsprechenden Grenzwerte über- bzw. unterschritten werden. Als Anfangswert für die Iteration wird ein Wert  $d_0 = 1$  verwendet. Der Abschluß der Iteration wird durch den Funktionsblock 18  $d_0 = d_i$  gesetzt. Anschließend wird in Gleichung 3 der Wärme-

übergangskoeffizient  $\alpha$  durch den adaptierten Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha_a$  ersetzt.

5 Es ist besonders vorteilhaft, eine Vorsteuerung der Kühleinrichtung vorzusehen, wobei die Vorstrahlenabhängigkeit von bekannten Zeitpunkten der Änderungen von Anlagenwerten wie z.B. der Gießgeschwindigkeit und/oder des Strangmaterials erfolgt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Stranges (1) aus Metall  
mittels einer Stranggießanlage, die zumindest eine Kühlein-  
richtung (5) zur Kühlung des Stranges (1) aufweist, wobei der  
5 Kühleinrichtung (5) zumindest ein Reduktionsgerüst (9,10,11)  
zur Dickenreduktion des Stranges (1) zugeordnet ist, wobei  
der Strang (1) bei der Dickenreduktion eine erstarrte Hülle  
(21) und einen flüssigen Kern (2) aufweist,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Kühlung mittels eines Temperatur- und Erstarrungs-  
modells (13) derart eingestellt wird, daß die Erstarrungsgrenze  
(22) zwischen der erstarrten Hülle (21) und dem flüssigen  
Kern (2) bei Einlauf des Stranges (1) in das Reduktionsgerüst  
15 (9,10,11) einer vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen  
der erstarrten Hülle (21) und dem flüssigen Kern (2) ent-  
spricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß mit dem Temperatur- und Erstarrungsmodell (13) die Er-  
starrungsgrenze (22) zwischen der erstarrten Hülle (21) und  
dem flüssigen Kern (2) in Abhängigkeit von der Kühlung des  
Stranges (1), insbesondere in Echtzeit und ständig, ermittelt  
25 wird und daß die notwendige Kühlung des Stranges (1) auf ite-  
rative Weise in Abhängigkeit der vorgegebenen Soll-  
Erstarrungsgrenze ( $e_0$ ) zwischen der erstarrten Hülle (21) und  
dem flüssigen Kern (2) bestimmt wird, wobei so oft iteriert  
wird, bis die Abweichung der mit dem Temperatur- und Erstar-  
30 rungsmodell (13) ermittelten Erstarrungsgrenze ( $e_i$ ) zwischen  
der erstarrten Hülle (21) und dem flüssigen Kern (2) von der  
vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze ( $e_i$ ) zwischen der er-  
starrten Hülle (21) und dem flüssigen Kern (2) kleiner ist  
als ein vorgegebener Toleranzwert.

35

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß zur Bestimmung der notwendigen Kühlung des Stranges (1) in Abhängigkeit von der vorgegebenen Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle (21) und dem flüssigen Kern (2) zumindest eine weitere Größe der Größen Stranggeschwindigkeit, Stranggeometrie, Strangschalendicke, Kokillenlänge, Zeit, Strangmaterial, Kühlmitteldruck bzw. -volumen, Tröpfchengröße des Kühlmittels und Kühlmitteltemperatur verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß zur Bestimmung der notwendigen Kühlung des Stranges (1) in Abhängigkeit der Erstarrungsgrenze (22) zwischen der erstarrten Hülle (21) und dem flüssigen Kern (2) auch die Größen Stranggeometrie, Strangschalendicke, Zeit, Strangmaterial, Kühlmitteldruck bzw. -volumen und Kühlmitteltemperatur verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei der Kühleinrichtung (5) zumindest zwei Reduktionsgerüsten (9,10,11) nachgeordnet sind,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß zumindest zwei Reduktionsgerüsten (9,10,11) eine Soll-Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle (21) und dem flüssigen Kern (2) des Stranges (1) bei Einlauf in das jeweilige Reduktionsgerüst (9,10,11) zugeordnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß im Temperatur- und Erstarrungsmodell (13) die Wirkung der Dickenreduktion durch das Reduktionsgerüst (9,10,11), insbesondere die Lage der Erstarrungsgrenze (22) zwischen erstarrter Hülle (21) und flüssigem Kern (2), mit berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

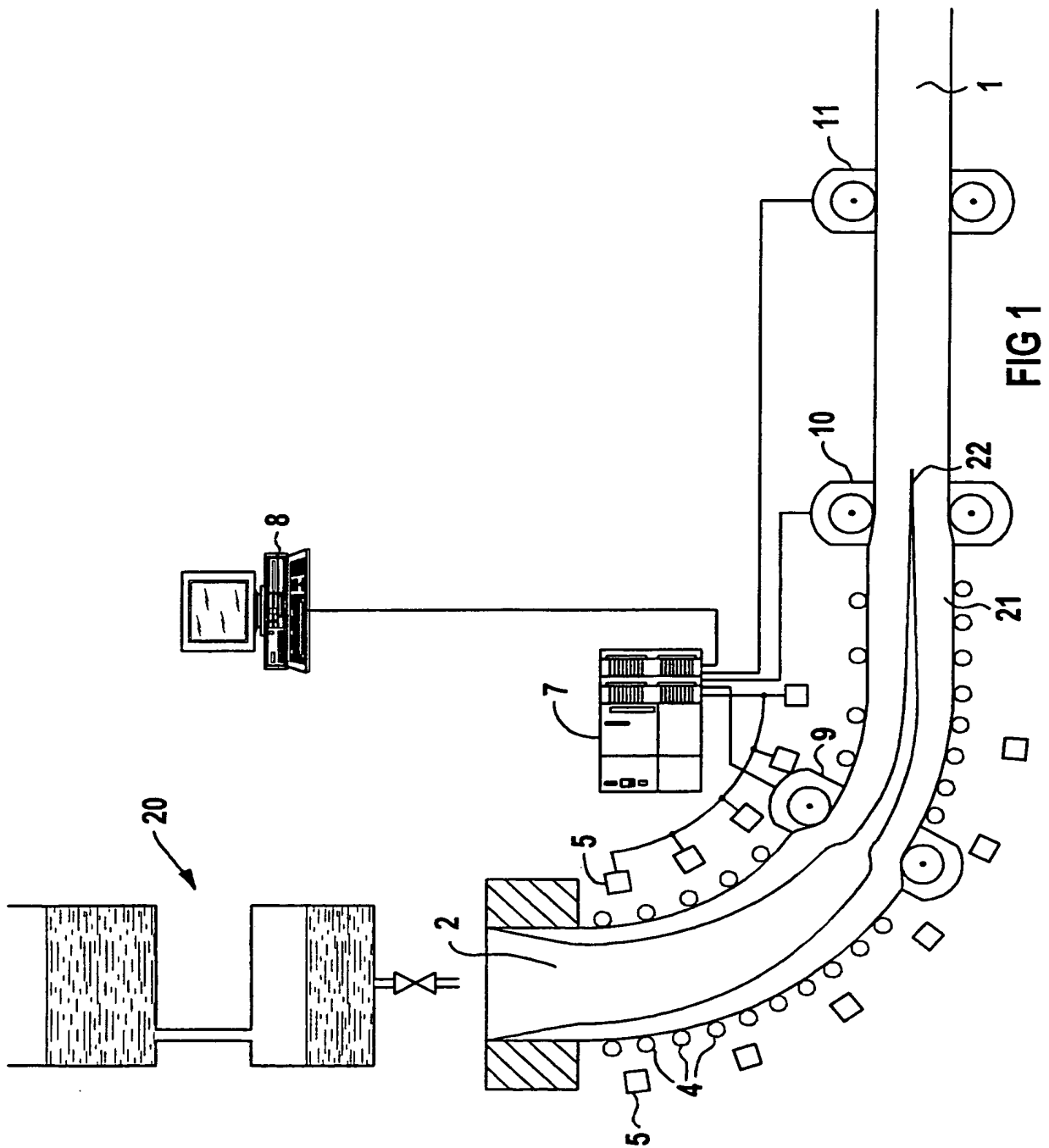
daß die Modellierung der Dickenreduktion durch das Reduktionsgerüst (9,10,11) durch zumindest eine der Größen Reduktionskraft und Dickenreduktionsgrad erfolgt.

- 5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß zumindest eine der Größen Reduktionskraft und Reduktions-  
grad im Reduktionsgerüst (9,10,11) gemessen und zur Adaption  
des Temperatur- und Erstarrungsmodells (13) verwendet wird.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Größen Reduktionskraft und Reduktionsgrad im Redukti-  
onsgerüst (9,10,11) gemessen und zur Adaption des Temperatur-  
15 und Erstarrungsmodells (13) verwendet werden.
10. Stranggießanlage zum Herstellen eines Stranges (1), ins-  
besondere nach einem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei die Stranggießanlage zumindest eine Kühlein-  
20 richtung (5) zur Kühlung des Stranges (1) und zumindest ein  
zugeordnetes Reduktionsgerüst (9,10,11) zur Dickenreduktion  
des Stranges (1) sowie eine Recheneinrichtung zur Steuerung  
der Kühlung des Stranges mittels der Kühleinrichtung (5) auf-  
weist,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß auf der Recheneinrichtung ein Temperatur- und Erstar-  
rungsmodell (13) zur derartigen Einstellung der Erstarrungs-  
grenze (22) zwischen einer erstarrten Hülle (21) und einem  
flüssigen Kern (2) des Stranges (1) bei Einlauf des Stranges  
30 (1) in das Reduktionsgerüst (9,10,11) implementiert ist, daß  
die Erstarrungsgrenze (22) einer vorgegebenen Soll-  
Erstarrungsgrenze zwischen der erstarrten Hülle (21) und dem  
flüssigen Kern (2) entspricht.





1/2





2/2

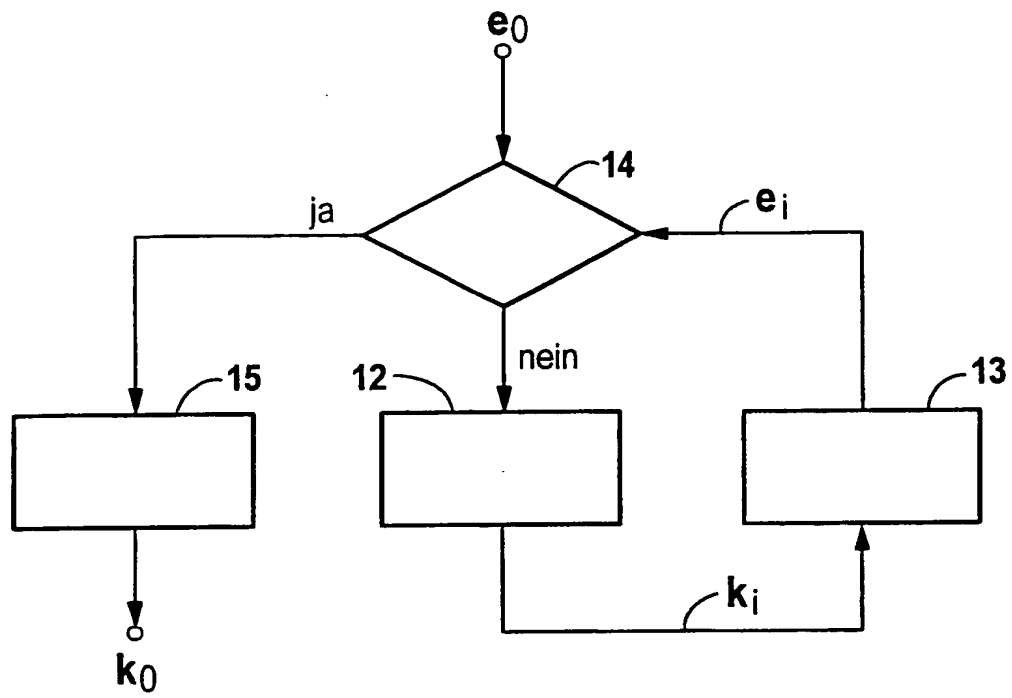


FIG 2

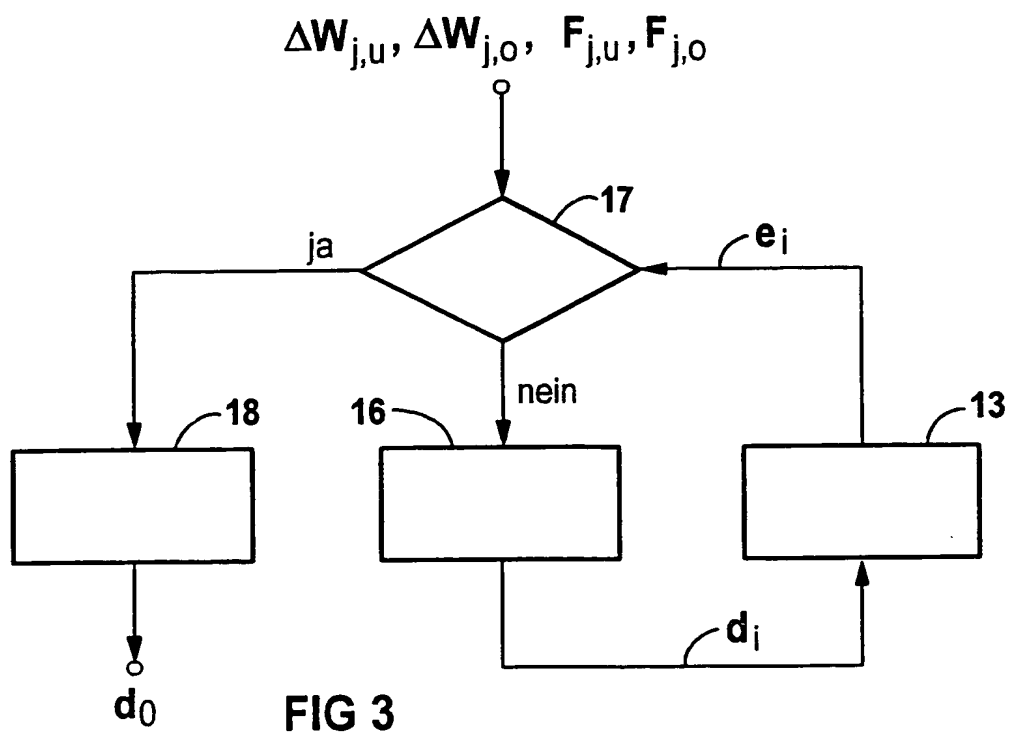


FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.  
PCT/DE 00/02117

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22D11/124 B22D11/12 B22D11/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HARSTE K ET AL: "NEUBAU EINER VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER DILLINGER HUETTENWERKE" STAHL UND EISEN, DE, VERLAG STAHL EISEN GMBH. DUSSELDORF, vol. 117, no. 11, 10 November 1997 (1997-11-10), pages 73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803 * whole document *	1, 10
A	---	2-9
A	DE 44 17 808 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN, LINZ, AT) 1 December 1994 (1994-12-01) page 2, line 56 -page 5, line 33 figure 1 ---	1-10
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 November 2000

Date of mailing of the international search report

06/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peis, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/DE 00/02117

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 196 12 420 A (SIEMENS AG, MÜNCHEN, DE)  2 October 1997 (1997-10-02)  column 1, line 33 -column 4, line 12  figure 1</p> <p>-----</p>	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Informa

patent family members

Intern

lication No

PCT/DE 00/02117

Patent document  
cited in search report

Publication  
date

Patent family  
member(s)

Publication  
date

DE 4417808	A	01-12-1994	NONE		
DE 19612420	A	02-10-1997	US	5988259 A	23-11-1999





# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02117

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPC 7 B22D11/124 B22D11/12 B22D11/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPC 7 B22D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HARSTE K ET AL: "NEUBAU EINER VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER DILLINGER HUETTENWERKE" STAHL UND EISEN, DE, VERLAG STAHL EISEN GMBH. DUSSELDORF, vol. 117, no. 11, 10 November 1997 (1997-11-10), seiten 73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803 * Gesamtes dokument *	1, 10
A		2-9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipie oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28 November 2000 (28.11.00)

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06 Dezember 2000 (06.12.00)

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

European Patent Office

Telefaxnr.

Bevollmächtigter Bediensteter

Telefonnr.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02117

## C (Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 17 808 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN, LINZ, AT) 1 Dezember 1994 (1994-12-01) Seiten 2. reihe 56- seiten 5, reihe 33 Figur 1	1-10
A	DE 196 12 420 A (SIEMENS AG, MÜNCHEN, DE) 2 Oktober 1997 (1997-10-02)  Spalte 1. reihe 33 –spalte 4, reihe 12 Figur 1	1-10

**INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT**  
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02117

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied( r) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4417808 A	01-12-1994	Keine	
DE 19612420 A	02-10-1997	US 5988259 A	23-11-1999



# PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

# PCT

NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF  
THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
OR THE DECLARATION

(PCT Rule 44.1)

SIEMENS AG  
Postfach 22 16 34  
D-80506 München  
GERMANY

Schneider  
13 DEZ 2000  
ET GG VM Mch P/Ri

Eing. 06. Dez. 2000  
GR  
Frist

Date of mailing (day/month/year)	06/12/2000
-------------------------------------	------------

Applicant's or agent's file reference 1999P03439W0	FOR FURTHER ACTION See paragraphs 1 and 4 below
International application No. PCT/DE 00/02117	International filing date (day/month/year) 29/06/2000
Applicant  SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	

1. ☒ The applicant is hereby notified that the International Search Report has been established and is transmitted herewith.

**Filing of amendments and statement under Article 19:**

The applicant is entitled, if he so wishes, to amend the claims of the International Application (see Rule 46):

**When?** The time limit for filing such amendments is normally 2 months from the date of transmittal of the International Search Report; however, for more details, see the notes on the accompanying sheet.

**Where?** Directly to the International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland  
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

For more detailed instructions, see the notes on the accompanying sheet.

2. ☐ The applicant is hereby notified that no International Search Report will be established and that the declaration under Article 17(2)(a) to that effect is transmitted herewith.

3. ☐ With regard to the protest against payment of (an) additional fee(s) under Rule 40.2, the applicant is notified that:

☐ the protest together with the decision thereon has been transmitted to the International Bureau together with the applicant's request to forward the texts of both the protest and the decision thereon to the designated Offices.

☐ no decision has been made yet on the protest; the applicant will be notified as soon as a decision is made.

4. **Further action(s):** The applicant is reminded of the following:

Shortly after **18 months** from the priority date, the international application will be published by the International Bureau. If the applicant wishes to avoid or postpone publication, a notice of withdrawal of the international application, or of the priority claim, must reach the International Bureau as provided in Rules 90bis.1 and 90bis.3, respectively, before the completion of the technical preparations for international publication.

Within **19 months** from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed if the applicant wishes to postpone the entry into the national phase until 30 months from the priority date (in some Offices even later).

Within **20 months** from the priority date, the applicant must perform the prescribed acts for entry into the national phase before all designated Offices which have not been elected in the demand or in a later election within 19 months from the priority date or could not be elected because they are not bound by Chapter II.

<p>Name and mailing address of the International Searching Authority</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div> <p>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016</p> </div> </div>	<p>Authorized officer</p> <p style="font-size: 1.2em;">Maria Van der Hoeven</p> <p style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">Boe</p>
--	---



## NOTES TO FORM PCT/ISA/220

These Notes are intended to give the basic instructions concerning the filing of amendments under article 19. The Notes are based on the requirements of the Patent Cooperation Treaty, the Regulations and the Administrative Instructions under that Treaty. In case of discrepancy between these Notes and those requirements, the latter are applicable. For more detailed information, see also the PCT Applicant's Guide, a publication of WIPO.

In these Notes, "Article", "Rule", and "Section" refer to the provisions of the PCT, the PCT Regulations and the PCT Administrative Instructions respectively.

### INSTRUCTIONS CONCERNING AMENDMENTS UNDER ARTICLE 19

The applicant has, after having received the international search report, one opportunity to amend the claims of the international application. It should however be emphasized that, since all parts of the international application (claims, description and drawings) may be amended during the international preliminary examination procedure, there is usually no need to file amendments of the claims under Article 19 except where, e.g. the applicant wants the latter to be published for the purposes of provisional protection or has another reason for amending the claims before international publication. Furthermore, it should be emphasized that provisional protection is available in some States only.

#### What parts of the international application may be amended?

Under Article 19, only the claims may be amended.

During the international phase, the claims may also be amended (or further amended) under Article 34 before the International Preliminary Examining Authority. The description and drawings may only be amended under Article 34 before the International Examining Authority.

Upon entry into the national phase, all parts of the international application may be amended under Article 28 or, where applicable, Article 41.

#### When?

Within 2 months from the date of transmittal of the international search report or 16 months from the priority date, whichever time limit expires later. It should be noted, however, that the amendments will be considered as having been received on time if they are received by the International Bureau after the expiration of the applicable time limit but before the completion of the technical preparations for international publication (Rule 46.1).

#### Where not to file the amendments?

The amendments may only be filed with the International Bureau and not with the receiving Office or the International Searching Authority (Rule 46.2).

Where a demand for international preliminary examination has been/is filed, see below.

#### How?

Either by cancelling one or more entire claims, by adding one or more new claims or by amending the text of one or more of the claims as filed.

A replacement sheet must be submitted for each sheet of the claims which, on account of an amendment or amendments, differs from the sheet originally filed.

All the claims appearing on a replacement sheet must be numbered in Arabic numerals. Where a claim is cancelled, no renumbering of the other claims is required. In all cases where claims are renumbered, they must be renumbered consecutively (Administrative Instructions, Section 205(b)).

The amendments must be made in the language in which the international application is to be published.

#### What documents must/may accompany the amendments?

##### Letter (Section 205(b)):

The amendments must be submitted with a letter.

The letter will not be published with the international application and the amended claims. It should not be confused with the "Statement under Article 19(1)" (see below, under "Statement under Article 19(1)").

The letter must be in English or French, at the choice of the applicant. However, if the language of the international application is English, the letter must be in English; if the language of the international application is French, the letter must be in French.





## NOTES TO FORM PCT/ISA/220 (continued)

The letter must indicate the differences between the claims as filed and the claims as amended. It must, in particular, indicate, in connection with each claim appearing in the international application (it being understood that identical indications concerning several claims may be grouped), whether

- (i) the claim is unchanged;
- (ii) the claim is cancelled;
- (iii) the claim is new;
- (iv) the claim replaces one or more claims as filed;
- (v) the claim is the result of the division of a claim as filed.

The following examples illustrate the manner in which amendments must be explained in the accompanying letter:

1. [Where originally there were 48 claims and after amendment of some claims there are 51]:  
"Claims 1 to 29, 31, 32, 34, 35, 37 to 48 replaced by amended claims bearing the same numbers; claims 30, 33 and 36 unchanged; new claims 49 to 51 added."
2. [Where originally there were 15 claims and after amendment of all claims there are 11]:  
"Claims 1 to 15 replaced by amended claims 1 to 11."
3. [Where originally there were 14 claims and the amendments consist in cancelling some claims and in adding new claims]:  
"Claims 1 to 6 and 14 unchanged; claims 7 to 13 cancelled; new claims 15, 16 and 17 added." or  
"Claims 7 to 13 cancelled; new claims 15, 16 and 17 added; all other claims unchanged."
4. [Where various kinds of amendments are made]:  
"Claims 1-10 unchanged; claims 11 to 13, 18 and 19 cancelled; claims 14, 15 and 16 replaced by amended claim 14; claim 17 subdivided into amended claims 15, 16 and 17; new claims 20 and 21 added."

### "Statement under article 19(1)" (Rule 46.4)

The amendments may be accompanied by a statement explaining the amendments and indicating any impact that such amendments might have on the description and the drawings (which cannot be amended under Article 19(1)).

The statement will be published with the international application and the amended claims.

It must be in the language in which the international application is to be published.

It must be brief, not exceeding 500 words if in English or if translated into English.

It should not be confused with and does not replace the letter indicating the differences between the claims as filed and as amended. It must be filed on a separate sheet and must be identified as such by a heading, preferably by using the words "Statement under Article 19(1)."

It may not contain any disparaging comments on the international search report or the relevance of citations contained in that report. Reference to citations, relevant to a given claim, contained in the international search report may be made only in connection with an amendment of that claim.

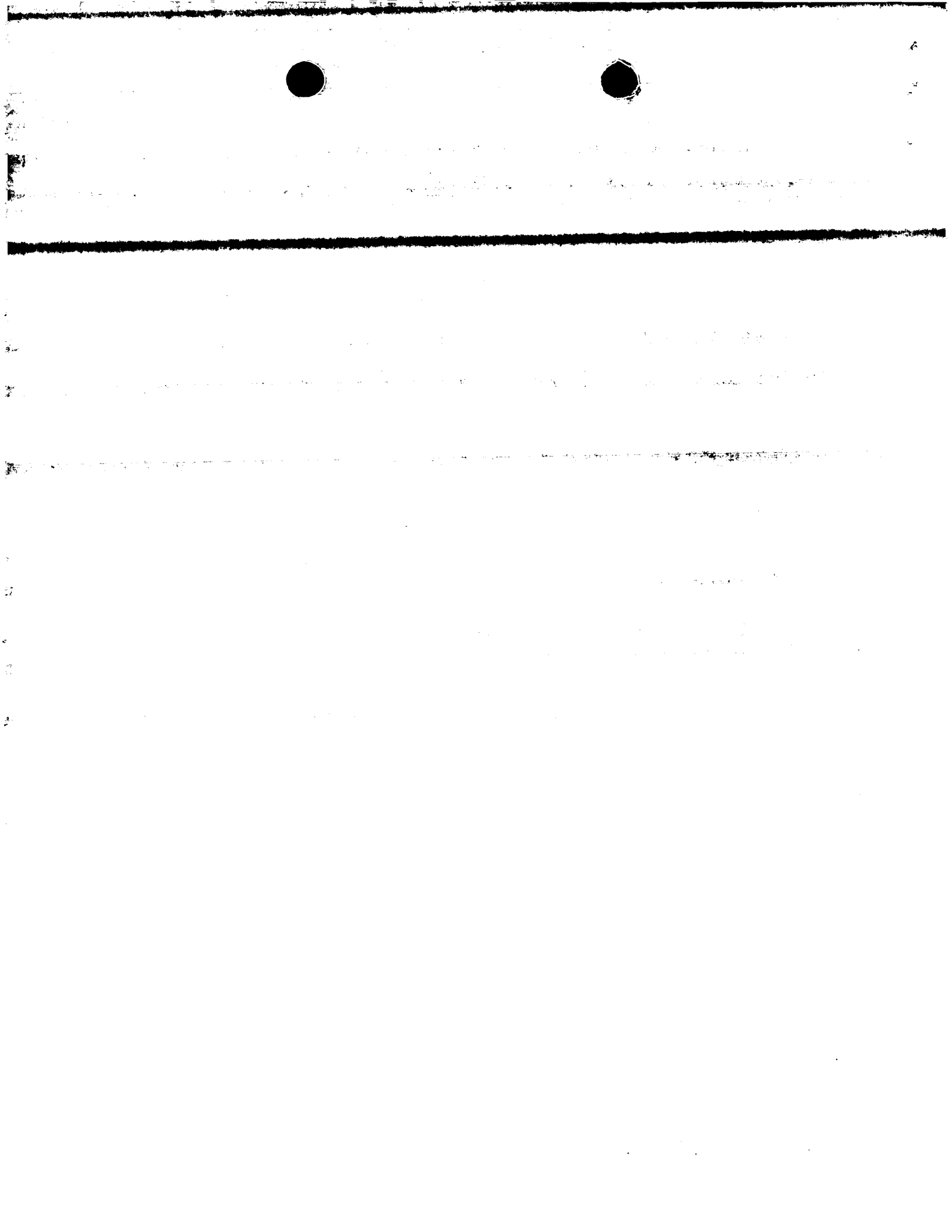
### Consequence if a demand for international preliminary examination has already been filed

If, at the time of filing any amendments under Article 19, a demand for international preliminary examination has already been submitted, the applicant must preferably, at the same time of filing the amendments with the International Bureau, also file a copy of such amendments with the International Preliminary Examining Authority (see Rule 62.2(a), first sentence).

### Consequence with regard to translation of the international application for entry into the national phase

The applicant's attention is drawn to the fact that, where upon entry into the national phase, a translation of the claims as amended under Article 19 may have to be furnished to the designated/elected Offices, instead of, or in addition to, the translation of the claims as filed.

For further details on the requirements of each designated/elected Office, see Volume II of the PCT Applicant's Guide.



## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference <b>1999P03439W0</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. <b>PCT/DE 00/ 02117</b>	International filing date (day/month/year) <b>29/06/2000</b>	(Earliest) Priority Date (day/month/year) <b>07/07/1999</b>
Applicant <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b>		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 3 sheets.



It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

## 1. Basis of the report

- a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.



the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

- b.- With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing :



contained in the international application in written form.



filed together with the international application in computer readable form.



furnished subsequently to this Authority in written form.



furnished subsequently to this Authority in computer readable form.



the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.



the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box I).

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (see Box II).

4. With regard to the **title**,

the text is approved as submitted by the applicant.



the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

the text is approved as submitted by the applicant.



the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No.

as suggested by the applicant.



because the applicant failed to suggest a figure.



because this figure better characterizes the invention.

1



None of the figures.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02117

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22D11/124 B22D11/12 B22D11/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	84 HARSTE K ET AL: "NEUBAU EINER VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER DILLINGER HUETTENWERKE" STAHL UND EISEN, DE, VERLAG STAHL EISEN GMBH. DUSSELDORF, vol. 117, no. 11, 10 November 1997 (1997-11-10), pages 73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803 * whole document *	1, 10
A		2-9
A	82 DE 44 17 808 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN, LINZ, AT) 1 December 1994 (1994-12-01) page 2, line 56 -page 5, line 33 figure 1	1-10
	---	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 November 2000

Date of mailing of the international search report

06/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peis, S



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02117

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 196 12 420 A (SIEMENS AG, MÜNCHEN, DE) 2 October 1997 (1997-10-02) column 1, line 33 -column 4, line 12 figure 1</p> <p>-----</p>	1-10





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02117

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4417808	A	01-12-1994	NONE	
DE 19612420	A	02-10-1997	US 5988259 A	23-11-1999



# PATENT COOPERATION TREATY

# PCT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference <b>1999P03439W0</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. <b>PCT/DE 00/ 02117</b>	International filing date (day/month/year) <b>29/06/2000</b>	(Earliest) Priority Date (day/month/year) <b>07/07/1999</b>
Applicant  <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b>		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 3 sheets.

☒ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

**1. Basis of the report**

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐ the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

b. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing :

☐ contained in the international application in written form.

☐ filed together with the international application in computer readable form.

☐ furnished subsequently to this Authority in written form.

☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.

☐ the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.

☐ the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box I).

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (see Box II).

4. With regard to the **title**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No.

☒ as suggested by the applicant.

☐ because the applicant failed to suggest a figure.

☐ because this figure better characterizes the invention.

1

☐ None of the figures.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

P E 00/02117

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B22D11/124 B22D11/12 B22D11/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HARSTE K ET AL: "NEUBAU EINER VERTIKALSTRANGGIESSANLAGE BEI DER AG DER DILLINGER HUETTENWERKE" STAHL UND EISEN, DE, VERLAG STAHL EISEN GMBH. DUSSELDORF, vol. 117, no. 11, 10 November 1997 (1997-11-10), pages 73-79, 153, XP000737187 ISSN: 0340-4803 * whole document *	1, 10
A	---	2-9
A	DE 44 17 808 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN, LINZ, AT) 1 December 1994 (1994-12-01) page 2, line 56 -page 5, line 33 figure 1 --- -/--	1-10



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 November 2000

Date of mailing of the international search report

06/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peis, S



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02117

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 196 12 420 A (SIEMENS AG, MÜNCHEN, DE)  2 October 1997 (1997-10-02)  column 1, line 33 -column 4, line 12  figure 1</p> <p>-----</p>	1-10





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02117

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4417808	A	01-12-1994	NONE	
DE 19612420	A	02-10-1997	US 5988259 A	23-11-1999



COP 14773 54

## A LOW COST OPTICAL SLOTTED RING NETWORK FOR RS-232C BASED COMMUNICATIONS

Raghu Sastry and Ashok Jhunjhunwala,  
Telematics Laboratory,  
Department of Electrical Engineering,  
Indian Institute of Technology,  
Madras - 600 036.

A recirculating, synchronous TDM backbone loop operating at 1 Mbps that supports multiple 9600 baud point-to-point connections, and multiple low bit rate packet channels is described. Slots are deterministically allotted to groups of devices and any medium access protocol suitable for the ring topology can be used to regulate access to the transmission channel. Nodes on the backbone are interconnected through fiber optic or atmospheric optical links. The objective of the network is to satisfy the demands of a typical computing environment, viz. to offer a terminal distribution system and to simultaneously support multiple low bit rate packet channels. Devices communicate with the network through RS-232C serial lines.

### Introduction

The decrease in the cost of computing hardware has resulted in a dramatic proliferation in the use of Personal Computers and Workstations. However, costly and scarce resources like software, peripherals and specialized hardware become economically viable & attractive only when they can be shared across systems. Providing connectivity between systems network-wide also results in greater reliability, and an enhanced price/performance ratio. An inexpensive, efficient and reliable communication network is required to enable this sharing of resources. The communication network must be flexible enough to permit different types of information traffic to co-exist on it. Present day networks are required to support dedicated point-to-point, circuit switched & packet switched services. The network must also be able to grow gracefully, in throughput & extent.

A typical computing environment consists of Personal Computers, Workstations, Minicomputers etc. networked together, and a number of terminals connected to various multiuser systems; all of the above are distributed within a small geographical area. Often there are multiple, independent networks connecting different groups of users together. The aim of this work has been to propose and implement a network that integrates all of these requirements, i.e. the network should offer a terminal distribution system and simultaneously support multiple, independent low bit-rate networks. While the attention in recent years has been focussed on high speed networks, many applications do not require connectivity at such high bit rates. Standard Local Area Networks [1,13] like the Ethernet, Token Ring, Token Bus etc. offer fairly high data rates (typically 1-10 Mbps), but do not directly support circuit switched connections (fixed or demand assigned) which are required to implement a terminal distribution network. Connecting start-stop dumb devices, like terminals or printers, to such networks requires costly hardware and/or software solutions. Various approaches have been taken by researchers to integrate circuit switched (demand assigned) and packet switched communications [10-12].

The Ring topology has been chosen for a number of reasons [3]. The analog part of the Ring network design is much simpler than that for a Bus due to the point-to-point nature of interconnections between nodes. The Ring can span greater distances due to its use of active repeaters at each node. The point-to-point nature of the Ring permits it to harness the advantages of fiber optic communication technology. Most of the problems faced by rings due to cable vulnerability, reliability of the repeater string, difficulty in locating faults (need for perambulation), difficulty in adding new nodes, need for closed loop clock coordination and complex initialization & recovery procedures have solutions today [4,5,13]. The ring wiring concentrator is one such elegant solution.

In this paper, a Time Division Multiplexed (TDM) Backbone Loop is described, which supports multiple 9600 baud point-to-point connections and multiple low bit-rate ring networks. The backbone is a recirculating, synchronous TDM loop operating at 1 Mbps. The network is hierarchical in structure, wherein different subsystems which offer services like packet channel support, fixed assigned connection support etc. are allocated adequate bandwidth on the backbone. The network supports modified packet switching from station to station like that of Pierce [6], Kropfl [7] and Coker [8]. Channels (slots) are deterministically allotted to groups of devices, and any medium access protocol suitable for the ring topology [1,2,13] can then be used to regulate access to the transmission channel. Devices communicate with the network through standard RS-232C serial interfaces. This precludes the need for additional hardware on the user devices, and has kept the design general & independent of the hosts. The Network Interface Units (NIUs or nodes) have been realized in hardware as relatively straightforward drop-and-insert units. Multiple ring networks, each making use of its own medium access protocol, are directly supported. Like the Pierce ring [6], loops can be interconnected with great ease, to permit the network to expand.

The various nodes on the network are interconnected through fiber optic or atmospheric optical links. Fiber optic communication has a number of advantages: immunity to Electromagnetic Interference (EMI), low attenuation, very large bandwidth, and absence of ground loops. Moreover the cables occupy very less space and are lightweight. Such links are particularly useful in electrically noisy & hostile environments like shop floors, factories etc. Atmospheric optical communication, being line of sight, is limited in range and requires a clear optical path. However, it has very specific and important applications across thoroughfares, wherever rights-of-way prevent laying of cables, in built-up areas etc. Atmospheric optical links can be established over short ranges (a few hundred meters) very quickly and are cost effective.

### Principle of operation

The backbone is a recirculating, synchronous TDM loop operating at 1 Mbps. It supports multiple 9600 baud point-to-point connections and multiple, independent low bit-rate ring networks. The backbone is time shared by the various network services on a fixed assigned basis, i.e. the various network services are allotted an adequate number of time slots on the backbone to perform their function. These slots are allocated in a predetermined manner (slots are statically allotted).

The network consists of a number of Network Interface Units (NIU) connected together in a ring; each NIU is connected to two others by unidirectional digital links forming a loop. Each of these connections can be either through fiber optic cable or an atmospheric optical channel. The equipment are connected to the network through the NIUs, and can communicate with compatible devices through the ring. Fig. 1 shows the general structure of the network. Data are transmitted on the ring using a time division multiplex technique, based on a frame of 886  $\mu$ s duration (Fig. 2). Two consecutive Start of Frame (SOF) characters are used to delimit the beginning of each frame, and there are 64 ten bit user slots. Control codes are exchanged to transfer RS-232C handshake signals, indicate empty slots (during idle periods), flag parity errors etc.

The network can be viewed in two ways - as a slotted ring network or as a Drop and Insert network. The ring supports full duplex point-to-point communication when two devices at

32.3.1

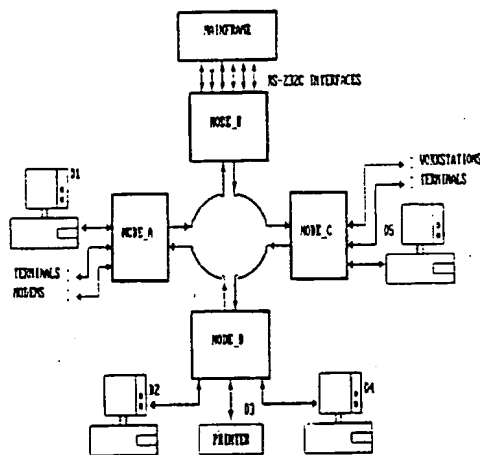


Fig.1 Network Structure

different nodes are allocated the same slots (one or more). A ring network results when the above concept is extended, i.e. when more than two devices share the same slots. In fact, each such group of slots forms an independent 'logical ring'. However, since many devices are sharing the same slots, access to them has to be regulated through some means. Any medium access protocol suitable for the ring topology can be used to ensure this. The protocol can be implemented through software by the devices connected to that 'logical ring', or by the NIUs themselves. In the latter case, the NIUs function as front-ends to the hosts.

By opting for RS-232C based serial communication between the user devices and the NIU, the need for additional hardware at the user devices has been avoided. This has also resulted in a general and inexpensive interface to the network. The network directly supports point-to-point connections at speeds upto 9600 baud. The aim has been to offer an inexpensive and elegant means of connecting devices which support RS-232C interfaces, like dumb terminals, computers, modems etc., together.

#### Network Services

##### Point To Point Communication

Dedicated connections are often required to link start stop terminals, printers, modems etc. to computers. Slots are dedicated to devices through switch settings. Two devices which wish to communicate may do so provided both of them are allotted the same slot, for example, devices D1 & D5 connected to nodes A & C respectively, are both allotted slot(15) (Fig. 1). Data from D1 is transmitted to D5 in this slot while the frame travels from NODE\_A through NODE\_B to NODE\_C. At NODE\_C data from slot(15) is removed and sent to D5, and that from D5 is instead inserted into slot(15) when the frame is transmitted from NODE\_C back to NODE\_A through any intermediate nodes. Thus a full duplex link at 9600 baud is provided between D1 & D5. Any of the slots on the ring can be allotted for such dedicated applications.

During idle periods, a special filler code is transmitted on the ring. Special codes are also used to transfer RS-232C handshake signals, and to flag parity errors (the parity bit is preserved). It is expected that higher layer protocols at the hosts will handle error control. Data are transmitted onto the line as they are received from the devices.

##### Packet Switched Communication

It is possible to interconnect a number of systems at different nodes (NIUs) together by allotting the same slots (one or more) to all of them. These systems communicate by means of

packet transmission, in which one or more bytes of the packet are transmitted with each revolution of the frame. The devices are assumed to have adequate intelligence to format messages as per the protocol in use. However, now that slots have to be shared by many systems, access to them has to be controlled. Any of the medium access protocols suitable for the ring topology can be used to regulate access to the transmission channel. The network can theoretically support 64 separate 'logical ring' channels simultaneously. Bigger rings can be implemented by interconnecting more than one logical or physical rings.

Determining how best to distribute the responsibility for supporting network functions between the network and hosts is a tricky proposition. Two approaches are possible: the protocol chosen can be implemented through software by the user devices, or many of the network management functions can be delegated to the NIUs. Both implementations have been undertaken. With the former approach, each byte received on the ring has to be processed by the host. The processing overhead, and consequently the delay incurred by the packet in reaching its destination is considerable. However, this mode is extremely useful during the development phase, and for protocol development and testing activities. To reduce the burden on the hosts, the protocol was instead implemented by the NIUs, which then functioned as front-ends. A 36 Kbps Token Ring Network (using a block of 4 slots in each frame) was thus made available.

A medium access protocol should be fair (no single user should be allowed to 'starve' the others), simple to implement and efficient even when loaded. The token passing protocol is felt to possess most of these characteristics, and has been implemented. In a token ring, access to the transmission channel is controlled by sequentially passing a permission token around the ring. When a system wishes to transmit, it waits until it receives the token, at which time it transmits its packet before sending the token on to the next system. Each system is responsible for removing its own packets from the ring. Acknowledgement is done on a per packet basis. A variable size packet format is supported (as shown in Fig. 3). Since the token is passed sequentially between devices, each one gets a chance to transmit its message.

#### NIU Hardware Description

There are two types of NIUs on any ring - one serves as MASTER while the rest act as SLAVES. The frame duration is 886  $\mu$ s, and each SLAVE node introduces a fixed delay of 26  $\mu$ s. The MASTER node closes the loop, and uses a loop buffer to ensure that the bit length of the ring is an integral multiple of the frame length. The clock used by the MASTER serves as a system clock, and is recovered by the SLAVE nodes through phase lock loop circuits. However, the design of both types of NIUs is identical, and a strapping option determines the mode. Data transmitted over the ring is Manchester encoded; the NRZ data and clock are combined into a composite bit stream. The NIU consists of three types of circuit boards: one Transceiver Board, one Ring Controller Board and as many Serial Input Output Boards as may be required. All of the boards are interconnected through a 32-line backplane bus. The functional diagram of the NIU is given in Fig. 4.

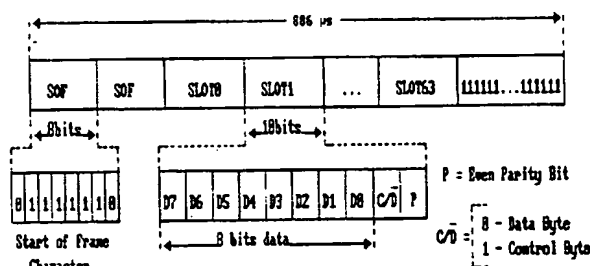


Fig.2 Frame Structure

FLAG	SOURCE ADDRESS	DEST. ADDRESS	LENGTH	DATA	ACK	FLAG
------	----------------	---------------	--------	------	-----	------

Fig. 3 Packet Format on the Backbone

The *Ring Controller Board* serves as the nerve center of the NIU. It consists of three sections - Transmitter, Receiver and Direct Memory Access (DMA). The transmitter section generates the SOF characters, requests data for each slot from the DMA section, generates even parity, and inserts the composite 10-bit data into the proper slot in the frame. The receiver section synchronizes with the SOF sequence, converts the serial input to a parallel output, checks the parity bit, and requests the DMA section to write out the received data (nine bits, parity bit is stripped). In the event of a parity error, a Parity Error Control code is written out instead of the received data. The DMA section is a very crucial part of the design. It fetches data for the Transmitter, and writes out the data received by the Receiver for each slot. The Read and Write requests are serviced on a first-come first-served basis. All operations are multiplexed on a single bidirectional data bus. Data received in slots not allotted to any of the channels connected to the NIU are buffered in a local Random Access Memory (RAM). The Serial Input Output boards have individual on-board read and write buffers for all their channels. Upon receiving a request, the DMA section determines whether the source (destination) for the data is one of the Serial Input Output boards or the local RAM, and using the address provided by the requesting section performs the data transfer. Since 9-bits (8-bits of data and a Control/Data bit) have to be transferred for each slot, and the RAMs used are byte addressable, each data transfer requires two read or write operations. This board has been realized with discrete LS TTL components.

Each *Serial Input Output Board* can support four RS-232C channels. A Z80A Microprocessor operating at 4 MHz, and two Z80A SIOs (Serial Input Output Controllers) manage the RS-232C interfaces. Switches are provided to select RS-232C parameters (baud rate, bits/character, number of stop bits and even/odd/no parity), and to allocate slots for each channel. The Serial Input Output boards have comparators for each channel, which compare the slot number for the current operation with the switch settings. An address match is signalled to the ring controller board, and is used to generate a DMA request to the microprocessor. Once the CPU acknowledges the DMA request, the backplane busses get connected to those of the Serial Input Output board, and data transfer takes place. The NIU serial ports can be configured as DTE or DCE through jumpers.

The *Transceiver Board* has three sections : driver, receiver and Manchester Coder/Decoder. Transceivers for fiber optic and atmospheric optical communication have been designed. The fiber optic link uses an infrared LED, whereas the atmospheric link makes use of a double heterojunction GaAlAs CW Laser diode source. The receiver consists of a PIN photodiode, followed by an amplifier and comparator. A compact and rugged mechanical mounting arrangement for the Laser diode and PIN photodiode, with appropriate collimating and focussing optics has also been fabricated for the atmospheric link. The atmospheric link can be used over distances upto a few hundred meters.

#### Software Overview

Software for point-to-point and packet communication is available. In the present implementation, each Serial Input Output board can support four 9600 baud point-to-point connections or a single 36 Kbps token ring channel.

The point-to-point communication software offers a transparent connection to the user; data and RS-232C handshake signals are exchanged end-to-end. The parity bit is reproduced faithfully at the receiver; any parity error encountered during the transmission of data is maintained and the hosts are expected to provide error control. The software supports DTE-DTE and DTE-DCE connections, with the appropriate handshake signals being used in each case. Transmit data for the ring is double buffered, while each channel is provided a 256 byte circular buffer for data it receives from the ring. The microprocessor on the Serial Input Output Board polls the four serial ports continuously, and synchronizes with the Ring Controller Board through interrupts.

The Medium Access Control (MAC) Layer for a token ring network has been implemented through software on the Serial Input Output boards. Four slots in each frame are used to provide a 36 Kbps channel. In the present implementation, one transmit packet (maximum size 2Kb) and one receive packet can be buffered at any time by the NIU. Data and control packets (Fig. 5) are exchanged between the hosts and NIUs. Control packets are used to grant permission to the host to download the next data packet, to ask for the retransmission of a packet from the host, to report ring failures and to flag errors. Data packets are those which the host wishes to transmit, and those received over the ring addressed to that host. The host address is specified through a switch on the Serial Input Output board.

The software performs ring initialization on startup, wherein one of the nodes acts as a master. Packets received over the ring addressed to the connected host are validated and forwarded to it. Acknowledgement of packets is performed by the NIU. If a packet is queued for transmission, the NIU seizes the token, and makes upto 'N' attempts (configurable parameter)

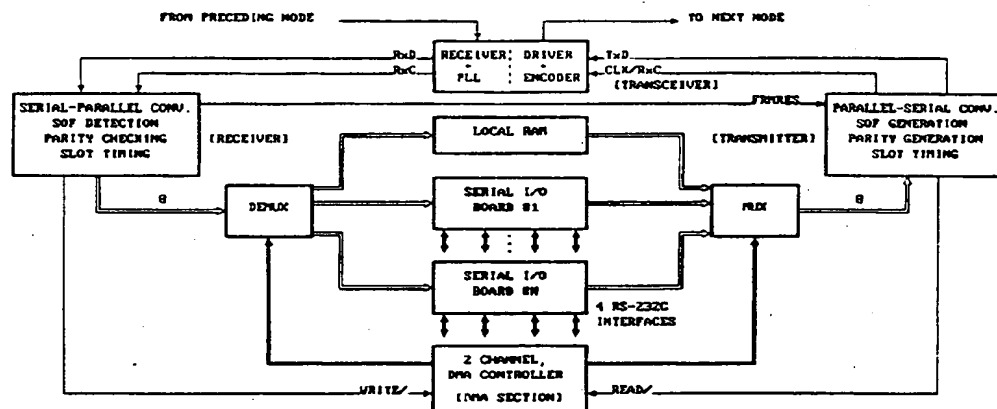


Fig. 4 NIU Functional Diagram

### 32.3.3

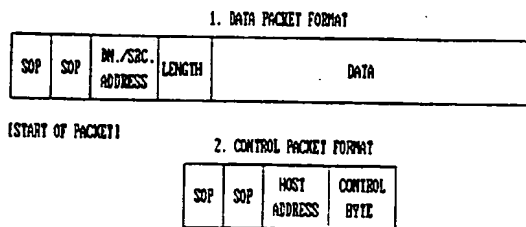


Fig.5 Packet Format between NIU & Host

to successfully transmit the packet. Failures are reported to the host. When a node begins transmitting, it strips all incoming data from the network, including the packet it transmitted. Moreover, if a transmitted packet is not received back within a worst case delay, the attached host is informed of a ring failure. The token is released immediately after the last byte of the packet is transmitted. The software consists of a collection of four interacting processes that operate concurrently, and are activated by interrupts generated by the serial & backplane interfaces. The token ring protocol that has been implemented does not make use of a Cyclic Redundancy Check (CRC) for the packet, and the transport layer software on the hosts provides end-to-end error control. Higher layer software for the Personal Computer has been developed to offer basic message transfer utilities.

#### Conclusions

The TDM backbone loop offers a suitable environment for integrating different types of information traffic. The backbone supports multiple 'logical rings', each of which can use its own medium access protocol, and also provides a terminal distribution network. A 4 node version of the system is presently being installed within the Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology, Madras.

The design of the hardware is such that the block size and data rate can be easily upgraded if required. By interconnecting multiple loops and making use of a hierarchical addressing scheme the network can expand. A Ring Wiring Concentrator or a counter rotating redundant loop can be used to enhance the reliability of the backbone. Atmospheric optical communication is an attractive and cost effective feature of the system which makes it suitable for a campus type of environment. On the whole, the scheme provides an inexpensive and useful network for a variety of applications.

#### References

- [1] D.D. Clark, K.T. Pograd and D.P. Read, "An Introduction to Local Area Networks", Proc. IEEE, Vol.66, No.11, pp 1497-1517, Nov. 1978.
- [2] L. Pouzin and H. Zimmermann, "A Tutorial on Protocols", Proc. IEEE, Vol.66, No.11, pp 1346-1370, Nov. 1978.
- [3] J.H. Saltzer, D.D. Clark and K.T. Pograd, "Why a Ring ?", Proc. of the Seventh Data Communications Symposium, pp 211-217, 1981.
- [4] D.W. Andrews and G.D. Schultz, "A Token Ring Architecture for Local Area Networks : An Update", Proc. of COMPCON Fall '82, pp 615-624, 1982.
- [5] J.H. Saltzer and K.T. Pograd, "A Star Shaped Ring Network with High Maintainability", Computer Networks, Vol.4, No.5, pp 239-244, 1980.
- [6] J.R. Pierce, "Network for Block Switching of Data", Bell System Technical Journal, Vol.51, No.6, pp 1133-1145, (July-August, 1972).
- [7] W.J. Kropfl, "An Experimental Data Block Switching System", Bell System Technical Journal, Vol.51, No.6, pp 1147-1165, (July-August, 1972).
- [8] C.H. Coker, "An Experimental Interconnection of Computers through a Loop Transmission System", Bell System Technical Journal, Vol.51, No.6, pp 1167-1175, (July-August, 1972).

- [9] R.C. Dixon, N.C. Strole and J.D. Markov, "A Token Ring Network for Local Data Communication", IBM System Journal, Vol.22, No.1/2, pp 47-62, 1983.
- [10] J.R. Brandsma, A.A.M.L. Bruckers and J.L.W. Kessels, "PHILAN: a Fiber Optic Ring for Voice and Data", IEEE Communication Magazine, Vol.24, No.12, pp 16-22, Dec. 1986.
- [11] R. Renoulin, "The Project Carthage", Proc. ISSLS, Toronto, pp 35-39, 1982.
- [12] A.V. Pohn, J.A. Davis, S. Christiansen, G.D. Bridges and R.E. Horton, "A Local Network of Mini and Microcomputers for Experiment Support", Computer Networks, Vol.3, No.6, pp 381-387, Dec. 1979.
- [13] W. Stallings, Local Networks - An Introduction, Macmillan: New York, 1984.

## N.3.2.

THE FIBRE DISTRIBUTED DATA INTERFACE (FDDI) -  
A NEW GENERATION STANDARD FOR LOCAL AREA NETWORKS

Timothy J King  
BICC Systems Development Centre  
The Quantum Centre, Maylands Avenue, Hemel Hempstead, Herts, HP2 4SJ  
United Kingdom

### Abstract

The Fibre Distributed Data Interface (FDDI) is the result of standardisation within the X3T9 group of the American National Standards Institute (ANSI). FDDI grew from the need for a standard high-speed interconnection between mainframes and their peripherals, resulting in a 100 Mbit/s Local Area Network (LAN) with a degree of fault tolerance: it has, however, major applications in 'front-end' networks interlinking high bandwidth workstations, and also as a backbone for the bridging of lower speed LANs, such as Ethernet. The FDDI defines a high-speed optical, token-passing ring network supporting both synchronous and asynchronous data transmission, and which can be enhanced to carry real-time services such as digital voice and video. The Standard is now nearing completion at ANSI and is being forwarded to the International Standards Organisation (ISO). The already huge support and commitment to FDDI from component suppliers, system manufacturers, users and research groups, combined with its emerging standardisation through both ANSI and ISO, ensure that FDDI will play a leading role in the new generation of Local Area Networks.

### Introduction

The Fibre Distributed Data Interface (FDDI) is a new generation Local Area Network, specified by a set of standards currently being defined in the X3T9.5 Working Group of the American National Standards Institute. FDDI defines a fibre interface for computer interconnect, operating at 100 Mbit/s: it originated from a move to standardise back-end networks, e.g. between a mainframe and its tape and disk controllers: its suitability for both the workstation environment and as an all-fibre backbone interconnecting other LANs was soon realised, and the Standards activity now encompasses these varied applications.

In the front-end network, typically within an office or building, the FDDI provides interconnect between workstations, file-servers and small computers. This type of network may provide for file or bit-mapped graphics transfers in such diverse applications as medical imaging, desktop publishing or Air Traffic Control, where high bandwidth is a requirement.

As a fibre backbone, the high throughput of FDDI is ideal for bridging together current generation LANs, so ensuring connectivity throughout a large building or campus; such a backbone also provides an ideal access point for overall network management.

The FDDI consists of up to 500 duplex point-to-point optical fibre links configured in a ring network between stations. The total fibre path length may be 200 km maximum, and the current standard allows each link to be up to 2 km in length. FDDI has been designed to provide a worst-case bit error rate of  $10^{-9}$  across the network.

The FDDI is defined in four documents, and both their interconnection and relation to the OSI model are shown in Figure 1. Two documents define the physical layer:

1) The Physical Medium Dependent (PMD) layer document, which characterises the optical hardware [1];

2) The Physical Layer protocol (PHY) document, which defines connection between the PMD and the data link layer [2].

As shown in Figure 1, only half the data link layer, the Media Access Control (MAC) [3], is within the purview of FDDI. This defines the interface between PHY and a Logical Link Control (LLC).

The most complex of the sublayers is the Station Management (SMT) [4], which interfaces between all the other FDDI sublayers and the Systems Management Application Process (SMAP), and provides local management. The functions of each sublayer are detailed in a later Section.

### Status of the Standard

In the U.S.A., the MAC standard is already a published ANSI document; PHY and PMD are expected to follow shortly, and SMT should be completed by the end of the year. In the international arena, MAC, PHY and PMD have Draft International Standard status at ISO, with MAC and PHY likely to become ISO standards by the end of 1988; international standardisation of all FDDI will be completed in 1989.

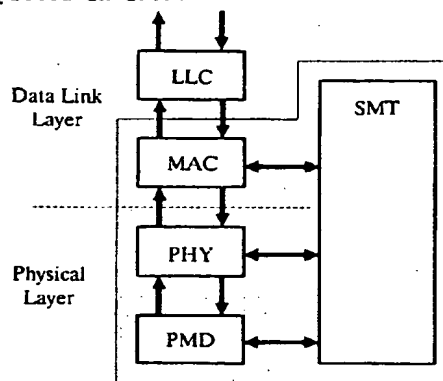


Figure 1: FDDI Reference Model and OSI

### N.3.2.

#### FDDI Structure and Operation

An FDDI network consists of stations interconnected by duplex optical fibres, and an example ring is shown in Figure 2. The two rings so formed are counter-rotating, i.e. data flows in opposite directions; these are termed the primary and secondary.

In normal operation data is transmitted on the primary ring. The secondary ring is provided for fault tolerance and allows automatic reconfiguration of the network to occur after a single fibre or cable break. A logical ring can thus be re-formed, reconnecting the data path into a 'horseshoe' shape using both primary and secondary rings.

The figure shows a dual ring interconnecting three Dual Attachment Stations (DAS), one of which also acts as a wiring concentrator. All DASS make physical attachment to both rings. The concentrator provides connection to the ring for several, simpler, Single Attachment Stations (SAS); such a topology, though providing a cheaper means of implementation, results in reduced fault tolerance since an alternative path cannot be provided if the Master(M)-Slave(S) link is broken.

The FDDI architecture within a station is shown in Figure 1. Stations may support multiple PMDs, PHYs and MACs; a station contains, however, only one SMT.

#### The Physical Medium Dependent (PMD) Layer

The PMD defines all the optical hardware required in FDDI networks. Optical characteristics such as power, pulse waveform and spectral characteristics are specified at the station bulkheads. The optical links operate on a selection of multimode graded index fibres at 1300 nm, and the source and fibre are suitably specified to ensure that transmission over a 2 km link results in a rise-time at the

fibre exit no greater than 5 ns. PMD also defines the allowable data dependent jitter at the bulkheads.

The PMD document aims to provide individual links with bit error rates (ber) of  $2.5 \times 10^{-10}$  at the minimum received power level, with better than  $10^{-12}$  when the power is 2 dB or more above the minimum.

The PMD also defines a duplex optical connector for use at the station bulkheads; these are keyed to prevent illegal network configurations, and are designed to be suitable for untrained users.

Lastly PMD incorporates an optional optical bypass function. This enables a station to be optically switched out of a network whilst maintaining ring integrity; as a secondary function it loops back the internal transmitters to their respective receivers to facilitate testing.

A more detailed tutorial on the PMD layer can be found in [5].

#### The Physical (PHY) Layer

The PHY provides full duplex physical connections to the optical hardware (PMD). Data transmitted on the fibre is encoded using a 4B5B scheme, where every 4 bits from MAC are transmitted as a 5 bit symbol. This scheme is relatively efficient on bandwidth, since 100 Mbit/s data is transmitted on the line at 125 MBaud. This compares favourably with encoding schemes in other LANs: in Ethernet, where Manchester encoding is used, 10 Mbit/s data is transmitted at 20 MBaud. Were such a method used in FDDI, both the high-speed serial circuitry and the optical system would have to support 200 MBaud, with an associated cost penalty for hardware.

The 4B5B scheme encodes the 16 possible data values as 5 bit symbols. As there are 32 five bit symbols, 16 are thus theoretically available for use as control

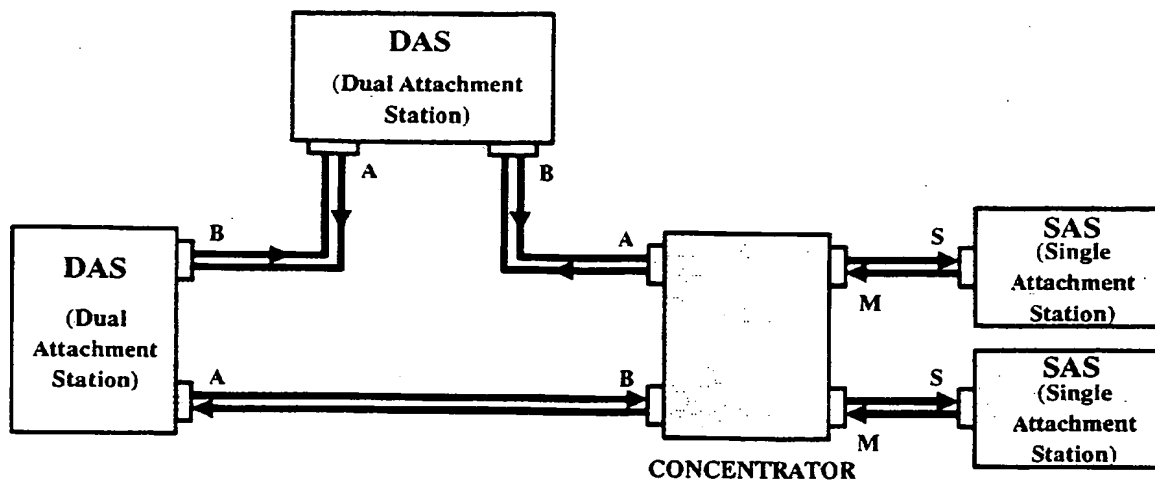


Figure 2: An Example FDDI Ring



### N.3.2.

symbols. The clocking method used in FDDI is point-to-point: all stations transmit using their local crystal controlled clock as reference; at the receiver, clock is recovered from the incoming data, and an Elasticity Buffer (EB) function adjusts for the slight frequency differences between the recovered clock and the local station clock. The EB acts essentially as a FIFO which is half filled before bits are clocked out. This also ensures that jitter accumulation does not occur round the ring.

Since clock is recovered from incoming data, the receiver requires data transitions for accurate operation. To this end, eight of the possible 4B5B symbols are declared invalid: only those that ensure a transition after at most three bits are permissible. These symbols are used for control purposes, such as idle symbols between frames or delimiting the beginning and end of a MAC frame or token.

The PHY also provides line states to its nearest neighbours (in adjacent stations) for the purpose of establishing the interconnecting links. These line states are formed from repeated symbols and are handled by the Connection Management (CMT) part of Station Management (SMT), which is described later.

#### The Media Access Control (MAC) Layer

The MAC controls data flow in the FDDI network. The FDDI is a token ring consisting of stations logically connected in a closed loop. Information symbols are transmitted serially around the ring from one active station to the next. Each station normally repeats the symbol stream and provides a connection point for devices wishing to use the ring.

Two major classes of traffic are supported by FDDI: synchronous, offering guaranteed bandwidth and response time, utilised by devices with predictable requirements, and asynchronous for 'bursty'

or less predictable traffic. Allocation of synchronous bandwidth is a SMT function. Such traffic takes priority over asynchronous transmission; all remaining bandwidth is automatically assigned to asynchronous traffic.

FDDI uses a timed token protocol. During ring initialisation a Target Token Rotation Time (TTRT) is negotiated, and the agreed value stored by each station. In operation the actual Token Rotation Time (TRT) is timed by each station, and reset once the token arrives. Bandwidth allocation occurs as follows: if the token arrives earlier than expected ( $TRT < TTRT$ ), then both synchronous and asynchronous transmissions are permitted; if late, then it may only be used for synchronous traffic. Asynchronous traffic may be transmitted for a period of ( $TTRT - TRT$ ), and in any case a station shall not hold the token for longer than TTRT. This protocol guarantees a worst-case synchronous response time of 2 TTRT.

Asynchronous traffic may also be assigned one of eight priority levels dependent on application. Furthermore, restricted tokens are available for extended dialogue between a few users. Several useful studies of the protocol performance have been made [6 et cit.].

Data is transmitted in the ring as frames (Figure 3). Frames are preceded by at least 16 Idle (I) symbols of preamble. The start of frame is delimited using a JK symbol pair: this produces a unique data pattern on the line, so allowing a receiver to achieve both symbol and frame alignment. Frame Control (FC) defines the frame type; the Frame Check Sequence ensures the integrity of the FC, DA, SA, and INFO fields. Another control symbol (T) is used to inform the MAC receiver that the frame has ended; the last field offers status of this frame, including if errors have been detected, its address has been recognised and the frame has been copied.

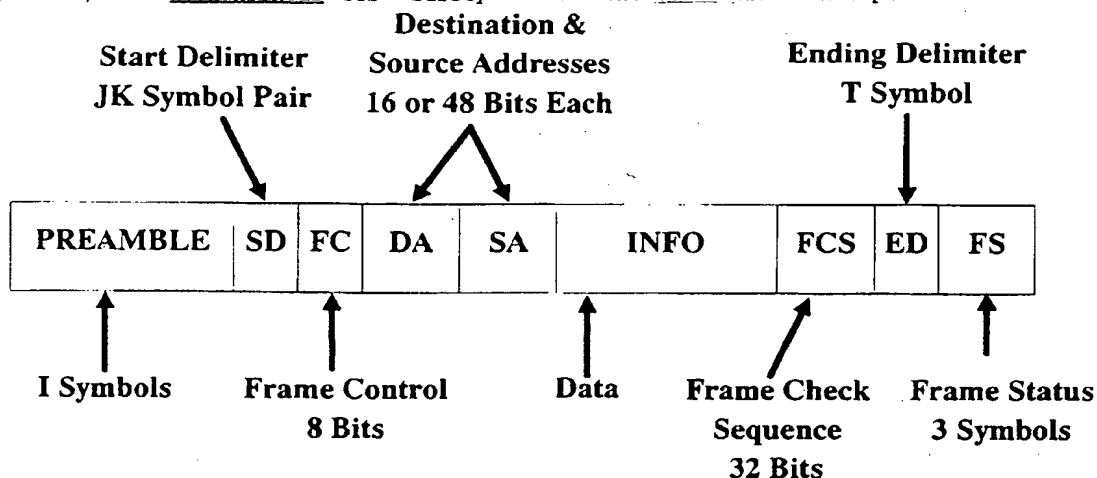


Figure 3: FDDI MAC Frame Format

## N.3.2.

### Station Management

SMT in FDDI provides the local portion of the System Management Application Process (SMAP). Its task is to coordinate the operation of all MACs, PHYs and PMDs within the station. Some of its major functions are:

Fault recovery: reacting to any error flagged by PMDs, PHYs or MACs.

Connection Management: controlling the bypass switch, initialising of valid PHY links using PHY line states, and positioning MACs on particular rings.

Frame Handling: e.g. for Next Station Address (NSA) frames to aid Network Configuration Management.

Synchronous Bandwidth Management: determining allocation of such bandwidth in the network.

Statistics gathering: for network management purposes.

Several mechanisms are required to implement such functions, e.g. a link confidence test when setting up PHY links, CMT signalling techniques etc.

SMTs in different stations also communicate using SMT frames, to enable network wide functions to be implemented, e.g. allocation of synchronous bandwidth.

### System Design Considerations

Cost-effective implementations of FDDI would be impossible without availability of VLSI silicon. At least one vendor has already announced a chipset for FDDI, and others are likely to follow. Such a chipset provides MAC and PHY protocols implemented in hardware, along with 'hooks' for management functions. In any FDDI connection within a network, it essentially provides a high-speed data pipe between buffer memories in two stations: careful station design is thus required to avoid internal processor and memory bottlenecks, particularly when data is transferred between the buffer memory and the host.

Several vendors now offer optical transmitters and receivers with 'FDDI compatibility'. Recent minor changes in PMD actually mean that none are as yet truly compliant: FDDI commitment from the vendors will ensure full compliance in the very near future.

### Enhancements to FDDI

A hybrid form of FDDI, known as FDDI-II is being defined, to provide both packet and circuit switched connections. This has applications in combining voice and data on one network.

A user need has been shown for longer length links within FDDI: the use of single mode fibre combined with laser sources is being studied within a new XJT9.5 Working Group, and should result in a draft standard within a few months.

### Conclusion

The FDDI is a high bandwidth LAN suitable for a variety of applications: as a backbone between lower speed LANs, such as Ethernet; as a high performance connect for workstations, and as an interface between computers and their peripherals. Its standardisation both at ANSI and then at ISO, combined with its support from the computer industry as a whole, ensures its proliferation in data networks worldwide.

### References

- [1] FDDI Physical Layer Medium Dependent (PMD), Draft Proposed American National Standard, Rev 7, Feb 1987.
- [2] FDDI Physical Layer (PHY), Draft Proposed American National Standard, Rev 15, Sep 1987.
- [3] FDDI Media Access Control (MAC), Draft Proposed American National Standard, Rev 10, Feb 1986.
- [4] FDDI Station Management (SMT), Draft Proposed American National Standard, Rev 3, Aug 1987.
- [5] T.J.King, "Fibre Optic Components For The FDDI 100 Mbit/s LAN", presented at Fibre Optics 88, London, U.K., 26 April 1988.
- [6] D. Dykeman & W. Bux, "An Investigation of the FDDI Media-Access Control Protocol", EFOC/LAN 87 1987, pp229-236.